

Universidad de Cádiz

Proyectos fin de carrera de Ingeniería Industrial

Centro: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ALGECIRAS

Titulación: Ingeniería Industrial.

Título: Estudio de mejora de la eficiencia energética del sector terciario de una central térmica del ciclo combinado.

Autor: M^a Carmen Regén Castilla

Fecha: Diciembre 2010

ÍNDICE

1	OBJETO	1
2	ALCANCE	3
3	ANTECEDENTES	5
4	DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	8
4.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA CENTRAL	8
4.2	SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA	13
4.2.1	Introducción	13
4.2.2	Energía y cambio climático	14
4.2.3	Sistemas de gestión energética. Norma UNE - EN 16001:2010	19
4.2.4	Sistema de gestión energética de la planta	21
4.2.4.1	Identificación de Aspectos Energéticos	21
4.2.4.2	Control y seguimiento	24
4.3	NORMATIVA SOBRE ENERGÍA EN LA EDIFICACIÓN	25
4.3.1	Directiva 2002/91/CE relativa a Eficiencia Energética de los edificios	25
4.3.2	Código Técnico de la Edificación	25
4.3.3	RD 47/2007 sobre Certificación Energética de los edificios	26
4.3.4	Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)	27
5	ESTUDIO DE AHORRO ENERGÉTICO	28
5.1	INTRODUCCIÓN	28
5.2	METODOLOGÍA	29
5.2.1	Análisis del Escenario de referencia	30
5.2.1.1	Descripción general del Edificio de Control y Oficinas	30
5.2.1.2	Epidermis edificatoria	32
5.2.1.3	Horarios de funcionamiento	34
5.2.1.4	Inventario de equipos e iluminación	50
5.2.1.5	Descripción de las instalaciones de climatización	54
5.2.2	Simulación del Escenario de referencia	57
5.2.2.1	Introducción de datos	57
5.2.2.2	Simulación del edificio mediante la herramienta CALENER_GT	85
5.2.3	Análisis de la Situación Actual	129
5.2.3.1	Etiquetas	129
5.2.3.2	Informes mensuales y anuales	130
5.2.4	Propuesta, simulación y análisis energético de Medidas de Ahorro de Energía (MAES)	133

5.2.4.1	Epidermis	134
5.2.4.1.1	MAE 1: Cambio de la temperatura de consigna	134
5.2.4.1.2	MAE 2: Modificación del nivel de ventilación	141
5.2.4.1.3	MAE 3: Modificación del nivel de aislamiento del edificio.....	149
5.2.4.1.4	MAE 4: Modificación acristalamientos.....	152
5.2.4.1.5	MAE 5: Control Solar	156
5.2.4.2	Subsistemas de generación.....	165
5.2.4.2.1	MAE 6: Sustitución de la planta enfriadora.....	165
5.2.4.3	Recuperación de energía	168
5.2.4.3.1	MAE 7: Enfriamiento gratuito en el Roof_Top	168
5.2.4.3.2	MAE 8: Recuperación de calor en la climatizadora	175
5.2.4.4	Transformación en sistemas	177
5.2.4.4.1	MAE 9: Modificación caudal constante a caudal variable.....	177
5.2.4.4.2	MAE 10: Empleo de producción térmica solar	180
5.2.4.5	Iluminación.....	186
5.2.4.5.1	MAE 11: Mejoras por disciplina de uso	186
5.2.4.5.2	MAE 12: Cambio de luminarias	190
5.2.4.5.3	MAE 13: Instalación de paneles de vidrio	193
5.2.4.5.4	MAE 14: Control de la iluminación artificial en función de la natural.....	200
5.2.5	<i>Resumen del análisis energético de MAES propuestas. Selección, simulación y análisis de la mejor combinación.....</i>	<i>203</i>
5.2.6	<i>Posibles escenarios de amortización</i>	<i>212</i>
5.2.6.1	Ahorro como terciario consumidor (energía final)	218
5.2.6.2	Costes de oportunidad como terciario generador (energía final)	230
5.2.6.3	Ahorro como terciario generador (energía primaria y emisiones)	237
6	CONCLUSIONES	245
7	BIBLIOGRAFÍA.....	248
8	ANEXOS.....	251

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1.1 Ubicación de la central dentro de la Refinería	1
Figura 3.1 Vista general de la central.....	5
Figura 4.1 Localización del emplazamiento de la central dentro de la Refinería.....	8
Figura 4.2 Disposición general.....	9
Figura 4.3 Dependencia energética de la Unión Europea y España.	13
Figura 4.4 Fuentes de Emisiones de GEI. Emisiones directas por sector (1970-2004).....	15
Figura 4.5 Reparto de consumo energético en España	16
Figura 4.6 Reparto de los consumos de energía en el sector terciario en España.....	17
Figura 4.7 Distribución de los consumos de energía en una oficina media	17
Figura 4.8 Modelo de gestión energética	20
Figura 4.9 Esquema de definición de los aspectos energéticos significativos.....	22
Figura 5.1 Inicio del programa LIDER.	57
Figura 5.2 Formulario principal de la aplicación LIDER.....	59
Figura 5.3 Pestaña “Descripción” del programa LIDER	68
Figura 5.4 Gestión de la base de datos del programa	69
Figura 5.5 Pantalla de definición de cerramientos en LIDER	71
Figura 5.6 Formulario de opciones en la pestaña del <i>Espacio de Trabajo</i>	76
Figura 5.7 Formulario de opciones en la pestaña <i>Construcción</i>	77
Figura 5.8 Plano de distribución de la planta baja cargado en el programa	79
Figura 5.9 Ventana de propiedades de la nueva planta	80
Figura 5.10 Definición de la planta “P01”	81
Figura 5.11 Cerramientos y particiones interiores en la planta baja	82
Figura 5.12 Planta “P01” acabada	83
Figura 5.13 Vista del edificio completo	84
Figura 5.14 Inicio del programa CALENER_GT	85
Figura 5.15 Pantalla principal de CALENER_GT	87
Figura 5.16 Localización de un elemento - sombreado.....	91
Figura 5.17 Vista del edificio en CALENER_GT	92
Figura 5.18 Tipos de luminarias recogidas en el programa.....	96
Figura 5.19 Plano de las luminarias	101
Figura 5.20 Componentes de los subsistemas secundarios: Sistema y zona	109

Figura 5.21 Emisiones edificio objeto y edificio de referencia.....	127
Figura 5.22 Calificación energética emitida por la herramienta de resultados	129
Figura 5.23 Emisiones de CO ₂ mensuales del edificio de oficinas	130
Figura 5.24 Consumo de energía final del edificio de oficinas.....	131
Figura 5.25 Propiedades de cada una de las zonas.....	136
Figura 5.26 Gráfica de disminución del consumo de calefacción en función de la	137
Figura 5.27 Gráfico de los resultados obtenidos para el caso de la calefacción	138
Figura 5.28 Gráfica de disminución del consumo de refrigeración en función.....	139
Figura 5.29 Gráfico de los resultados obtenidos en el caso de la refrigeración.....	139
Figura 5.30 Balance de masa del contaminante en el local	142
Figura 5.31 Modificación del caudal de la climatizadora en CALENER	147
Figura 5.32 Resultados obtenidos para la reducción del nivel de ventilación.....	148
Figura 5.33 Modificación de los cerramientos exteriores en CALENER.....	150
Figura 5.34 Características de los vidrios.....	153
Figura 5.35 Modificación de los vidrios en CALENER_GT.....	154
Figura 5.36 Comparación de resultados de consumos y emisiones para la MAE 4.....	155
Figura 5.37 Tabla de propiedades de los vidrios del edificio.....	163
Figura 5.38 Gráfico de ahorros obtenidos para el control solar	164
Figura 5.39 Pestaña de definición de la bomba de calor a dos tubos en CALENER	166
Figura 5.40 Gráfico de los resultados obtenidos para la bomba de calor 2T.....	167
Figura 5.41 Esquema de funcionamiento de “free-cooling”	168
Figura 5.42 Gráfico de regulación de un “free-cooling”	169
Figura 5.43 Esquema en ábaco psicométrico de regulación del “free-cooling”	171
Figura 5.44 Incorporación del enfriamiento gratuito al Roof_Top en CALENER	172
Figura 5.45 Gráfico de los ahorros obtenidos con la aplicación de la MAE 7	173
Figura 5.46 Configuración actual de los conductos de aire de entrada al Roof-Top.....	174
Figura 5.47 Recuperación de calor en el subsistema secundario “Climatizadora”	175
Figura 5.48 Diagrama de los resultados obtenidos con la aplicación de la MAE 8	176
Figura 5.49 Modificación del tipo de sistema de la climatizadora en CALENER.....	177
Figura 5.50 Modificación del tipo de control del ventilador de impulsión de la UTA.....	178
Figura 5.51 Resultados de consumos y emisiones para la modificación de caudal constante a caudal variable	178

Figura 5.52 Propiedades del panel solar definido en CALENER	184
Figura 5.53 Gráfico de resultados para el caso de la placa solar para demanda de ACS.....	185
Figura 5.54 Tabla de propiedades de los espacios para el concepto <i>Iluminación artificial y natural</i> .	188
Figura 5.55 Gráfico de resultados obtenidos para la MAE 11	189
Figura 5.56 Propuesta de sustitución de lámparas	190
Figura 5.57 Vista de los parámetros de iluminación a introducir en el programa	191
Figura 5.58 Comparación de consumos para la MAE 12	192
Figura 5.59 Definición de espacio solar en CALENER	194
Figura 5.60 Coordenadas de localización del fotosensor en el sistema	195
Figura 5.61 Control de iluminación progresivo.....	197
Figura 5.62 Ejemplo de control progresivo/apagado de iluminación.	198
Figura 5.63 Ejemplo de control por etapas de iluminación, nivel	198
Figura 5.64 Definición de los puntos de referencia en CALENER.....	199
Figura 5.65 Gráfico de resultados para la MAE 14.....	202
Figura 5.66 Modificación de las consignas en CALENER.....	206
Figura 5.67 Modificación de caudal constante a caudal variable en la climatizadora.....	207
Figura 5.68 Asignación de los horarios de ganancia solar a las ventanas del edificio	208
Figura 5.69 Definición del panel solar en CALENER.....	209
Figura 5.70 Modificación de las propiedades de iluminación de los espacios	210
Figura 5.71 Gráfico de los resultados obtenidos para la combinación de MAES elegida.....	211
Figura 6.1 Comparación de consumos de energía final entre el escenario de partida y la combinación propuesta.....	246
Figura 6.2 Emisiones de CO ₂ para el escenario inicial y la combinación de MAES propuesta ...	246
Figura 6.3 Ahorro de energía final obtenido al aplicar la combinación de MAES al edificio	247

Tabla 4.1 Aspectos Energéticos Significativos	23
Tabla 5.1 Cuadro de Superficies	31
Tabla 5.2 Horarios diarios de ocupación.....	36
Tabla 5.3 Horarios diarios de equipos	36
Tabla 5.4 Horario diario de infiltraciones.....	37
Tabla 5.5 Horarios semanales de ocupación en oficinas.....	38
Tabla 5.6 Horarios semanales de ocupación de la cafetería.....	39
Tabla 5.7 Horarios semanales de ocupación en la sala de formación	40
Tabla 5.8 Horario semanal de ocupación de la sala de control	40
Tabla 5.9 Horarios semanales de los equipos de oficina.....	41
Tabla 5.10 Horarios semanales de los equipos de la cafetería.....	42
Tabla 5.11 Horarios semanales de los equipos de la sala de formación.....	43
Tabla 5.12 Horario semanal de los equipos de la sala de control	43
Tabla 5.13 Horario semanal de infiltraciones	43
Tabla 5.14 Perfil horario anual de ocupación para las oficinas	44
Tabla 5.15 Perfil horario anual de ocupación para la sala de control.....	44
Tabla 5.16 Perfil horario anual de ocupación para la cafetería.....	45
Tabla 5.17 Horario anual de ocupación para la sala de formación.....	46
Tabla 5.18 Perfil anual de equipos para las oficinas.....	47
Tabla 5.19 Perfil anual para los equipos de la sala de control	47
Tabla 5.20 Horario anual de equipos para la cafetería.....	48
Tabla 5.21 Horario anual para los equipos de la sala de formación	49
Tabla 5.22 Perfil horario de las infiltraciones en las oficinas.....	49
Tabla 5.23 Equipos existentes en la planta.....	50
Tabla 5.24 Equipos de climatización en la	51
Tabla 5.25 Luminarias en la planta baja.....	51
Tabla 5.26 Equipos existentes en la planta alta	52
Tabla 5.27 Equipos de climatización existentes	52
Tabla 5.28 Luminarias de la planta alta.....	53
Tabla 5.29 Luminarias en la cubierta.....	53
Tabla 5.30 Equipos de climatización.....	56
Tabla 5.31 Zonas Climáticas según el CTE.	62

Tabla 5.32 División de espacios en la planta baja	64
Tabla 5.33 División de espacios en la planta alta	65
Tabla 5.34 División de espacios en la cubierta	66
Tabla 5.35 Tipo de uso de los espacios habitables.....	67
Tabla 5.36 Grupos de cerramientos definidos en el edificio	71
Tabla 5.37 Propiedades del vidrio de las ventanas.....	72
Tabla 5.38 Propiedades del marco cargado de la librería	72
Tabla 5.39 Características de los huecos del edificio	73
Tabla 5.40 Propiedades de la sombra proyectada sobre el edificio de oficinas	91
Tabla 5.41 Cargas de los espacios de la planta baja	93
Tabla 5.42 Cargas de los espacios de la planta alta	94
Tabla 5.43 Cargas de los espacios de la cubierta	94
Tabla 5.44 Valores límite de eficiencia energética de la instalación.....	98
Tabla 5.45 Cálculo del índice del local.....	100
Tabla 5.46 Cálculo de la altura de las luminarias	101
Tabla 5.47 Factores de reflexión en función del color	102
Tabla 5.48 Índice del local.....	103
Tabla 5.49 Factor de utilización.....	103
Tabla 5.50 Valores del factor de mantenimiento	104
Tabla 5.51 Propiedades de las bombas definidas en el edificio.....	105
Tabla 5.52 Parámetros de los circuitos del edificio de oficinas.....	106
Tabla 5.53 Propiedades de la planta enfriadora.....	107
Tabla 5.54 Características de los calentadores existentes en los aseos y vestuarios	108
Tabla 5.55 Clasificación de los subsistemas secundarios	112
Tabla 5.56 Propiedades de la unidad de tratamiento de aire central	120
Tabla 5.57 Propiedades de los fan-coils instalados en las oficinas	122
Tabla 5.58 Baterías de aletas instaladas.....	123
Tabla 5.59 Propiedades del Roof - Top.....	123
Tabla 5.60 Características del split de la sala de servidores.....	124
Tabla 5.61 Extractores de aseos y vestuarios.....	124
Tabla 5.62 Subsistemas secundarios definidos en CALENER.....	125
Tabla 5.63 Consumo de energía final por fuentes de energía.....	132

Tabla 5.64 Resultados obtenidos al disminuir la consigna de calefacción.....	137
Tabla 5.65 Resultados obtenidos al aumentar la consigna de refrigeración	138
Tabla 5.66 Concentración de CO ₂ en los locales según el RITE.....	142
Tabla 5.67 Valores de la eficacia de ventilación en función del tipo de difusión	145
Tabla 5.68 Caudales necesarios en cada oficina según RITE	146
Tabla 5.69 Ahorros obtenidos para la MAE 2.....	148
Tabla 5.70 Desglose de consumos en cuanto a la energía final para la aplicación de mortero	150
Tabla 5.71 Resultados del consumo de energía final asociado a la adición de.....	151
Tabla 5.72 Resultados del consumo de energía final asociado a la sustitución de los vidrios	154
Tabla 5.73 Valores típicos de reducción de la ganancia solar al aplicar protecciones. (Fuente CEN prEN 13363-1)	157
Tabla 5.74 Horarios diarios de ganancia solar definidos en CALENER	159
Tabla 5.75 Horarios diarios de transmisión considerados	161
Tabla 5.76 Valores de reducción de la transmisión de calor al aplicar protecciones	162
Tabla 5.77 Energía final consumida para la opción de la cortina interior	163
Tabla 5.78 Energía final consumida para la opción de las persianas.....	164
Tabla 5.79 Características técnicas de la bomba de calor 2T.....	165
Tabla 5.80 Propiedades del circuito a dos tubos	166
Tabla 5.81 Consumo de energía final para la bomba de calor 2T	167
Tabla 5.82 Ahorro obtenido en cuanto al consumo de energía final con la incorporación del ...	173
Tabla 5.83 Ahorro de energía final asociado a la aplicación de la MAE 8	176
Tabla 5.84 Demanda de referencia a 60 °C.....	181
Tabla 5.85 Contribución solar mínima en %. Caso efecto Joule	182
Tabla 5.86 Prestaciones del panel solar instalado para cubrir la demanda de ACS obtenidas a través de ACSOL.	183
Tabla 5.87 Horarios anuales de iluminación definidos según la orientación	187
Tabla 5.88 Ahorro obtenido en cuanto a energía final con la aplicación de la MAE 11.....	188
Tabla 5.89 Características de las luminarias del edificio de oficinas.....	190
Tabla 5.90 Propiedades de las lámparas Master TL-D Eco	191
Tabla 5.91 Consumo detallado de energía final para la MAE 12.....	192
Tabla 5.92 Propiedades más importantes de los tabiques desmontables.....	193
Tabla 5.93 Dimensiones de los paneles de vidrio instalados.....	195

Tabla 5.94 Coordenadas de los puntos de referencia definidos.....	196
Tabla 5.95 Desglose de consumos de energía final y ahorro obtenido con la MAE 13.....	200
Tabla 5.96 Propiedades del control de iluminación artificial para cada uno de los espacios.....	201
Tabla 5.97 Resultados en cuanto al consumo de energía final para la MAE 14.....	202
Tabla 5.98. Resumen de los ahorros obtenidos para cada una de las MAES propuestas	204
Tabla 5.99 Resultados en cuanto al consumo de energía final.....	210
Tabla 5.100 Costes asociados a la sustitución de los vidrios	219
Tabla 5.101 Estimación económica para la MAE 4.....	219
Tabla 5.102 Costes asociados a la instalación de dispositivos de control solar exterior	220
Tabla 5.103 Cálculo de la rentabilidad de la inversión para el control solar exterior.....	220
Tabla 5.104 Costes asociados a la sustitución de la planta enfriadora	221
Tabla 5.105 Parámetros económicos para la bomba de calor 2T.....	221
Tabla 5.106 Costes de inversión asociados a la MAE 9.....	222
Tabla 5.107 Evaluación económica para la MAE 9.....	222
Tabla 5.108 Costes asociados a la instalación de placas solares para cubrir la.....	223
Tabla 5.109 Cálculo de parámetros económicos para la instalación de paneles solares	224
Tabla 5.110 Inversión a realizar para la sustitución de las luminarias	225
Tabla 5.111 Evaluación de la rentabilidad de la inversión para la MAE 12 como	225
Tabla 5.112 Inversión total a realizar para la instalación de mamparas divisorias de vidrio.....	226
Tabla 5.113 Estudio de la rentabilidad de la MAE 13.....	226
Tabla 5.114 Costes totales para el control de la iluminación artificial.....	227
Tabla 5.115 Estimación de la amortización necesaria para la MAE 13	227
Tabla 5.116 Inversión total para la combinación propuesta.....	228
Tabla 5.117 Cálculo de parámetros económicos para la combinación seleccionada en el.....	228
Tabla 5.118 Cálculo económico para la MAE 4 en el escenario terciario generador.....	231
Tabla 5.119 Cálculo económico para el control solar exterior en el escenario.....	231
Tabla 5.120 Cálculo económico de la MAE 6 para el escenario terciario generador.....	232
Tabla 5.121 Estimación económica de la MAE 9 para el escenario <i>terciario generador</i>	232
Tabla 5.122 Cálculo económico para la MAE 10 en el escenario <i>terciario generador</i>	233
Tabla 5.123 Evaluación de la rentabilidad de la inversión para la MAE 12 en el escenario	234
Tabla 5.124 Estimación económica de la MAE 13 en el escenario terciario generador.....	234
Tabla 5.125 Evaluación económica de la MAE 14 en el escenario <i>terciario generador</i>	235

Tabla 5.126 Ahorro total de la combinación seleccionada en el escenario <i>terciario generador</i>	235
Tabla 5.127 Estimación económica de la combinación de MAES para el escenario.....	236
Tabla 5.128 Cálculo económico para la MAE 4 en el escenario terciario generador.....	238
Tabla 5.129 Cálculo económico para el control solar exterior en el escenario terciario	239
Tabla 5.130 Parámetros económicos para la bomba de calor 2T'	239
Tabla 5.131 Evaluación económica de la opción del variador en el escenario	240
Tabla 5.132 Evaluación económica de la MAE 10 en el escenario <i>terciario generador</i>	241
Tabla 5.133 Evaluación de la rentabilidad de la inversión en el caso de la MAE 12	242
Tabla 5.134 Evaluación de la rentabilidad de la inversión en el caso de la MAE 14	243
Tabla 5.135 Inversión total a realizar para la combinación de MAES elegida.....	243
Tabla 5.136 Estimación económica de la combinación de MAES.....	244

1 Objeto

El presente trabajo fin de carrera tiene como objeto realizar un estudio de ahorro energético en el sector terciario de una Central de Ciclo Combinado ubicada dentro de los límites de la Refinería Gibraltar de CEPSA (Compañía Española de Petróleos, S.A.) en el municipio de San Roque (Cádiz), la cual ocupa una parcela de 47.080 m², a una cota de nivelación del terreno de 7,25 m sobre el nivel del mar. (Figura 1.1).

Dicha central está formada por dos grupos de ciclo combinado GUD 1S.94.3A de Siemens, de 400 MW de potencia nominal, con una configuración monoeje (*singleshaft*), en la que el generador eléctrico se encuentra situado entre la Turbina de Gas y la Turbina de Vapor. Con un rendimiento aproximado del 53,55%, la central se ha diseñado para producir energía eléctrica (730 MW) y vapor a dos niveles de presión (138 t/h a 20 bar y 236 °C y 88 t/h a 4,4 bar y 175 °C), el cual se exporta a la refinería donde se ubica.



Figura 1.1 Ubicación de la central dentro de la Refinería

La Central, consciente de la creciente preocupación por el medio ambiente y, en particular, por el cambio climático, ha establecido como misión el cumplimiento de las previsiones y condiciones de producción de forma sostenible, para garantizar el adecuado respeto y compromiso con el medio ambiente y la obtención de un elevado nivel de protección y prevención frente a accidentes graves.

Para ello, ha implantado con éxito un sistema integrado que cumple con los requisitos establecidos en las normas UNE EN-ISO 9001:2008 “*Sistemas de gestión de calidad. Requisitos*”, UNE EN-ISO 14001:2004 “*Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso*” y la especificación OHSAS 18001:2007 “*Sistemas de gestión de seguridad y salud laboral*” Además, para complementar esta misión, está implantando actualmente un sistema de gestión energética de acuerdo a las norma UNE-EN 16001:2010.

Este trabajo fin de carrera pretende cumplir con uno de los objetivos marcados en el año en curso durante la revisión de dicho sistema de gestión energética por parte de la Dirección, como es el **ahorro energético en el sector terciario**.

2 Alcance

Según la Directiva Europea de Eficiencia Energética de las Edificaciones, 2002/91/CE, “el sector de la vivienda y de los servicios, compuesto en su mayoría por edificios, absorbe más del 40% del consumo final de energía en la Comunidad Europea y se encuentra en fase de expansión, tendencia que previsiblemente hará aumentar el consumo de energía y, por lo tanto, las emisiones de dióxido de carbono”.

Por tanto, para conseguir un uso racional de los recursos, el ahorro y la eficiencia energética han de jugar un papel fundamental dentro no sólo de las políticas de gobiernos, sino también en las políticas internas de todas las organizaciones, instituciones y empresas, y, por supuesto, en nuestros hábitos de vida cotidianos.

La central de ciclo combinado “Campo de Gibraltar” ha decidido integrar la gestión energética en su política de empresa, por lo que se encuentra inmersa en la implantación de un sistema de gestión energética según los requisitos de la norma UNE-EN 16001:2010. Durante la revisión del sistema por la Dirección al cierre de cada año, se realiza un seguimiento de dicho sistema con el objeto de analizar los aspectos energéticos definidos, estableciendo cuales son los aspectos significativos.

En la última revisión del sistema por la Dirección se establecieron una serie de aspectos energéticos a mejorar en el próximo año, entre los que cabe destacar el sector terciario. Dentro de este sector, el estudio se centrará en el edificio de oficinas situado en la zona este de los terrenos de la central.

Mediante la recopilación de los datos experimentales del edificio en cuestión y la simulación energética a través de herramientas de simulación térmica, se propondrán una serie de propuestas de mejora que permitirán conseguir un uso racional de los recursos y una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Las propuestas de mejora se evaluarán económicamente y la mejor combinación de las mismas será implantada en la central, proporcionando una imagen mucho más competitiva frente a otras

empresas del sector, además de un ahorro energético, tanto en energía primaria como en energía final.

3 Antecedentes

La central para la que se va a realizar el estudio es la Central de Ciclo Combinado de Campo de Gibraltar, iniciativa de Nueva Generadora del Sur, S.A. constituida a partes iguales por CEPSA (Compañía Española de Petróleos, S.A.) y Unión FENOSA Generación, S.A. Esta iniciativa forma parte plenamente del alcance y objetivo del Plan Energético de Andalucía (PLEAN 2001-2006) y concretamente de sus propuestas de ahorro y eficiencia energética y de consecución del objetivo de autogeneración eléctrica en Andalucía.

El citado Plan contemplaba alcanzar un incremento de la potencia instalada en el año 2006 equivalente a 5.200 MW aproximadamente, por lo que la C.C.C. de Campo de Gibraltar ($2 \times 400 \text{ MW}_{\text{ISO}}$) contribuye en un 15,4% a la consecución de tal objetivo. Asimismo, participando de los objetivos de favorecer la instalación de centrales de generación de elevado rendimiento y bajo impacto ambiental, esta central contribuye adicionalmente a mejorar la situación ambiental del entorno industrial de San Roque (Cádiz), a la vez que suministra vapor a la Refinería de CEPSA.



Figura 3.1 Vista general de la central

La puesta en operación comercial de esta importante central constituyó para Unión FENOSA Generación, S.A. la consecución del primero de sus objetivos dentro de su plan de desarrollo de 3.600 MW, en base a centrales de Ciclo Combinado.

Para CEPSA la presente Central contribuye de manera especialmente significativa a reducir sus costes energéticos y el impacto ambiental, así como incrementar su competitividad y ampliar su potencia eléctrica instalada desde los 230MW de que disponía hasta los 630 MW actuales, dentro de su estrategia de eficiencia y diversificación energética.

Para San Roque, la construcción de la central ha supuesto la creación de un notable número de puestos de trabajo directo (una media de 700 empleos directos durante 2-3 años), el asentamiento en la zona de una plantilla fija media de 50 personas que participarán en su explotación y la generación de recursos fiscales y sociales de importante relevancia para el municipio.

La central ha sido desarrollada integrando diferentes contratos en modalidad “llave en mano”.

La central está formada por dos grupos de ciclo combinado GUD 1S.94.3A de Siemens, de 400MW de potencia nominal, con una configuración monoeje (*singleshaft*), en la que el generador eléctrico se encuentra situado entre la Turbina de Gas y la Turbina de Vapor. Con un rendimiento aproximado del 53,55%, la central se ha diseñado para producir energía eléctrica (730MW) y vapor a dos niveles de presión (138 t/h a 20 bar y 236°C y 88t/h a 4,4 bar y 175°C), el cual se exporta a la refinería donde se ubica.

La puesta en operación de la central permite reducir el número de horas de funcionamiento de las calderas que actualmente dispone la Refinería, obteniéndose en consecuencia una reducción de las emisiones y una mayor eficiencia energética. Asimismo, la central aprovecha aquellos servicios auxiliares ya existentes en Refinería, tales como la planta de tratamiento de efluentes y el servicio contraincendios, lo que permite una optimización de las instalaciones.

Los fuertes cambios que han tenido lugar en el mercado eléctrico con desregularizaciones y privatizaciones han originado un mercado muy competitivo donde cada compañía debe aprovechar sus instalaciones con la mayor eficiencia posible.

Por otra parte, las exigencias europeas en materia de ahorro energético han llevado a implementar nuevas normativas en las empresas, entre las que cabe destacar, la Directiva 93/73/CEE, que obliga a la aplicación y establecimiento de programas relativos a la certificación energética, aislamiento térmico de los edificios nuevos y adaptaciones a las condiciones climáticas locales y las normas UNE-EN 216301:2007 y UNE-EN 16001:2010, que conducirán a un uso de la energía más eficiente y a la implementación de un plan de seguimiento energético.

Por tanto, resulta imprescindible desarrollar una cultura energética en las empresas, basada en el ahorro que cumpla dichas exigencias para poder afrontar el desafío del cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Como consecuencia y teniendo en cuenta la creciente preocupación de la central Campo de Gibraltar por integrar la gestión energética en su producción, se llevará a cabo un estudio del sector terciario de la central, obteniéndose diferentes propuestas de mejora que conllevarán un ahorro potencial con el consiguiente beneficio tanto económico como ambiental.

4 Descripción de la Situación Actual

4.1 Descripción general de la central

La central está formada por dos grupos de ciclo combinado GUD 1S.94.3A de Siemens, de 400MW de potencia nominal, con una configuración monoeje, en la que el generador eléctrico se encuentra situado entre la Turbina de Gas y la Turbina de Vapor. Con un rendimiento aproximado del 53,55%, la central se ha diseñado para producir energía eléctrica (730MW) y vapor a dos niveles de presión (138 t/h a 20 bar y 236°C y 88t/h a 4,4 bar y 175°C), que se exporta a la refinería donde se ubica (Figura 4.1).

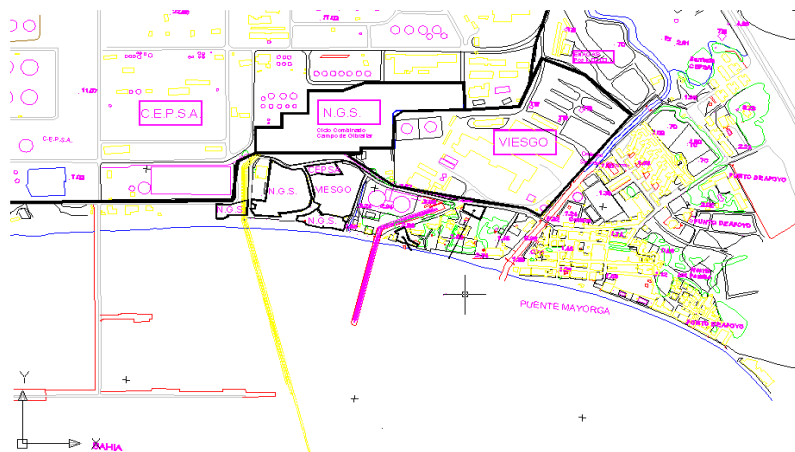


Figura 4.1 Localización del emplazamiento de la central dentro de la Refinería.

La puesta en operación de la central permite reducir el número de horas de funcionamiento de las calderas que actualmente dispone la Refinería, obteniéndose en consecuencia una reducción de las emisiones y una mayor eficiencia energética. Asimismo, la central aprovecha aquellos servicios auxiliares ya existentes en Refinería, tales como la planta de tratamiento de efluentes y el servicio contraincendios, lo que permite una optimización de las instalaciones.

La Central de Ciclo Combinado une dos ciclos: uno de Gas y otro de Vapor. Su principal característica reside en aprovechar la energía térmica contenida en los gases de escape de ciclo de gas para generar vapor con energía suficiente como para ser aprovechada en un ciclo de vapor.

El ciclo de gas es realizado por una Turbina de Gas, la cual comprime aire en su compresor, este aire es empleado para quemar Gas Natural en la cámara de combustión. Los gases procedentes

de la combustión a alta presión y temperatura son expandidos en la turbina, obteniéndose energía mecánica en el eje, que es empleada para mover el compresor y un generador eléctrico (Fig. 4.2).

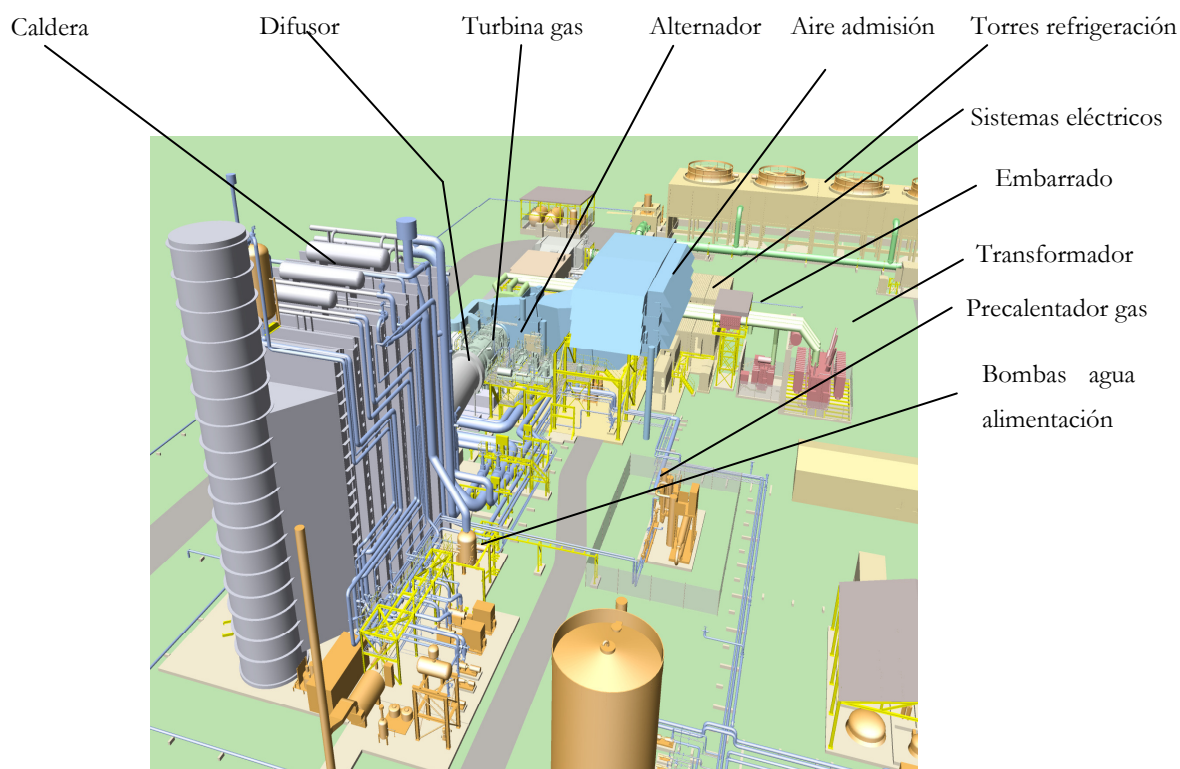


Figura 4.2 Disposición general

Las características termodinámicas de las actuales turbinas de gas han permitido incrementar la potencia global de los módulos de generación de ciclo combinado hasta el nivel de los 400 MW, alcanzando unos rendimientos brutos sobre PCI hasta el 57% en condiciones ISO.

La Turbina de Gas genera aproximadamente dos tercios ($2/3$) de la energía eléctrica del grupo. Las cámaras de combustión empleadas reducen la formación de NO_x por el método seco (sin consumo de agua o vapor).

Los gases de escape de la turbina serán aprovechados por la caldera de recuperación de calor (CRC), siendo del tipo sin postcombustión y con recalentamiento. La caldera de recuperación de calor (CRC) transfiere la energía térmica al agua que circula por ella, generando vapor a varias

presiones. El vapor generado en la caldera es enviado a la Turbina de Vapor en donde se expansiona, generando un tercio ($1/3$) de la energía eléctrica. El vapor que se exporta a la Refinería procede de extracciones de la caldera de recuperación de calor y de la Turbina de Vapor.

Ambas turbinas se encuentran acopladas entre sí (configuración monoeje), con lo que se utilizará un único generador para ambas turbinas.

La utilización de plantas de ciclo combinado permite la recuperación de parte de la energía contenida en los gases de escape de la Turbina de Gas y que sería expulsada a la atmósfera. El buen rendimiento global de este tipo de ciclos se debe precisamente a la recuperación de parte de esta energía. Los gases de escape a la salida de la Turbina de Gas se encuentran a $612\text{ }^{\circ}\text{C}$ aproximadamente, encontrándose a 95°C a la salida de la caldera de recuperación de calor (CRC). Una temperatura tan baja es posible gracias al empleo de gas natural como combustible, ya que el contenido en azufre es muy bajo y no presenta el problema de condensaciones ácidas a baja temperatura, que tienen como consecuencia la rápida corrosión de las últimas etapas de la caldera de recuperación de calor (CRC) y de la chimenea, como es el caso de otros combustibles fósiles cuyo mayor contenido en el mencionado elemento perjudica la vida de los equipos y el medio ambiente.

El consumo de combustible de cada uno de los grupos de la instalación se reduce al consumo de gas natural de la turbina de combustión, ya que la energía necesaria para el ciclo de vapor se obtiene de los gases de escape de las mencionadas turbinas de gas.

Los parámetros nominales de funcionamiento por grupo son:

- Potencia neta isla de potencia: 367,7 MW
- Consumo específico neto de la isla de potencia: 6.722 KJ/KWh
- Rendimiento neto isla de potencia: 53,55%
- Caudal vapor de exportación media presión: 69 t/h
- Caudal vapor de exportación de baja presión: 44 t/h

- Consumo específico neto grupo: 6.771 KJ/KWh
- Consumo de gas natural: 54.912 Kg/h
- Consumo de gasoil: 52.702 Kg/h

La central cuenta además con un edificio de control y oficinas, un edificio de taller o almacén, ambos situados en la zona este de la central, un edificio correspondiente a la subestación, edificio eléctrico auxiliar, casa de bombas, vertedero, laboratorio, edificio de electrocloración, planta de tratamiento de agua desmineralizada (PTA) y estación de regulación y medida de gas o ERM (*Ver Plano "Planta General" en Anexo I*). A continuación se hará una breve descripción de cada uno de ellos:

- El edificio de control y oficinas consta de dos plantas de 840 m² cada una y tiene el objeto de albergar los mecanismos necesarios para llevar un exhaustivo control de los parámetros de la planta, además de servir de oficina para los trabajadores habituales de la misma. Se concibe en dos alturas y planta rectangular de 42 × 20 m².
- El edificio de almacén consta de planta baja y planta alta. La planta baja se destina a almacén, taller, C. soldadura, taller eléctrico, taller I&C, pañol de herramientas, área condiciones escaleras y la planta alta se destina a oficinas y distribuidores, vestuario hombres, vestuario mujeres y almacenamiento.
- El edificio de la subestación es necesario para proteger de la climatología los equipos integrados en ella. Está concebido con una planta de 35 × 11 m² y 10,4 m de altura.
- El edificio eléctrico auxiliar se construye para albergar los transformadores y cabinas necesarias para dar servicio a la casa de bombas de refrigeración de la planta, las bombas de gasoil y de agua desmineralizada y del resto de servicios auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento de la planta.
- El sistema de agua de refrigeración se compone de una red de tuberías de toma y descarga de agua de mar, una casa de bombas, vertedero y un edificio de electrocloración. El agua

procedente del mar es bombeada al condensador y posteriormente vertida al mismo medio, previo paso por un vertedero.

- La planta de tratamiento de agua (PTA) produce agua desmineralizada que se conduce a Refinería donde se calienta y se reenvía a la central para su almacenamiento, con el objetivo de suministrar agua al sistema para reponer las pérdidas en el ciclo por el aporte máximo de vapor a Refinería.
- La estación de regulación y medida de gas natural (ERM) se encargará de transformar el gas de entrada de 80 bares a 29 bares, que es la presión de suministro a la turbina de gas.

De todos los edificios descritos, el presente estudio se centrará en el edificio de control y oficinas, ya que la mitad de la energía consumida en el sector servicios se realiza en dicho edificio. La implantación de las medidas de mejora derivadas de este estudio aportará un beneficio a la empresa, tanto económico como ambiental, aumentando su competitividad y éxito frente a otras empresas del sector.

4.2 Sistemas de Gestión Energética

4.2.1 Introducción

La energía es un elemento clave en el desarrollo económico y social. El incremento del consumo energético, ligado al crecimiento económico y a las más complejas y numerosas necesidades, hace que cada vez sea más urgente la integración de los aspectos ambientales y el desarrollo sostenible en la política energética.

El consumo energético en España y en el resto de la Unión Europea se satisface en gran parte mediante combustibles fósiles, emitiendo a la atmósfera agentes nocivos que causan un gran impacto ambiental. La dependencia energética de la Unión Europea en el gas y en el petróleo es muy relevante. En lo que respecta a España, la dependencia energética es mayor y además solo tiene reservas de carbón (Figura 4.3).

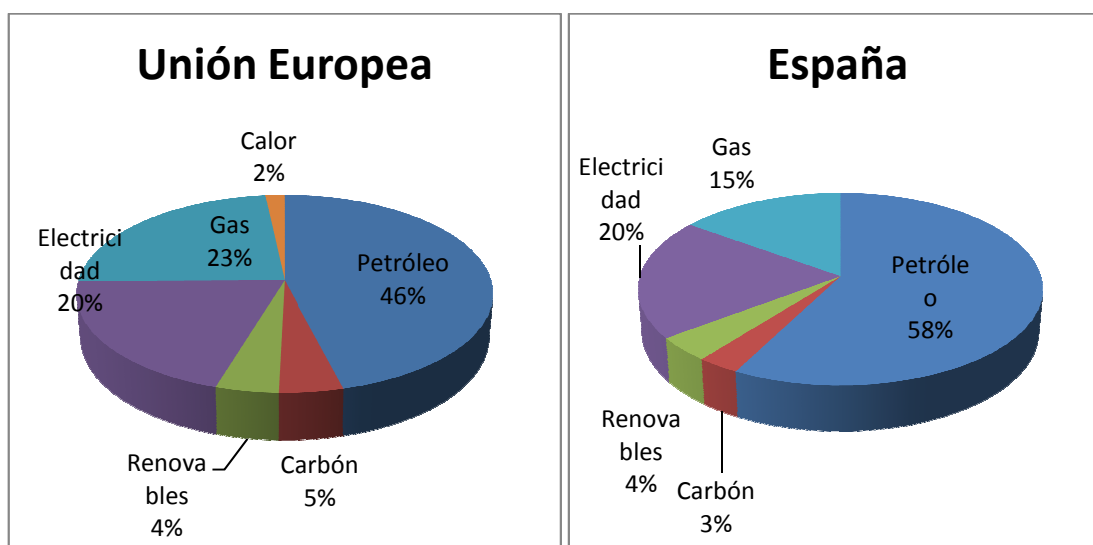


Figura 4.3 Dependencia energética de la Unión Europea y España.

La empresa española presenta un perfil de cultura energética bajo y, por lo tanto, resulta imprescindible desarrollar acciones encaminadas a mejorar la eficiencia energética de sus organizaciones.

No está especialmente concienciada de los beneficios de implementar políticas de control energético ni de introducir innovaciones (tanto en los aspectos de metodologías de trabajo como en lo que se refiere a equipos energéticamente eficientes). Sin embargo, sí dedica recursos a la realización de acciones de mantenimiento, generalmente mantenimiento correctivo, de las instalaciones y equipos energéticos.

4.2.2 Energía y cambio climático

El cambio climático constituye la mayor amenaza ambiental de este siglo, un hecho hoy día reconocido por gobiernos, científicos, empresas y organizaciones de todo tipo. Aunque la variación del clima constituye un fenómeno natural, el problema al que nos enfrentamos es que esta variación se está viendo acelerada como consecuencia del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) originadas por la actividad humana.

El principal gas de efecto invernadero emitido por el hombre es el dióxido de carbono o CO_2 , procedente en su mayor parte de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) utilizados principalmente en la producción de energía y en el transporte. Las emisiones globales de CO_2 se incrementaron un 80% entre 1970 y 2004 y representaron un 77% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero de origen antrópico en 2004 (Ver Figura 4.4).

Según estimaciones del IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), al ritmo de crecimiento actual sólo tardaremos 35 años en duplicar el consumo mundial de energía y menos de 55 años en triplicarlo. Afrontar el desafío del cambio climático supone, por lo tanto, reducir drásticamente las emisiones de CO_2 asociadas al consumo energético, para lo cual resulta imperativo revertir el crecimiento desmesurado del consumo de energía registrado en los últimos años y empezar a asentar las bases de una cultura energética, basada en el ahorro, el uso de tecnologías más eficientes y en el desarrollo de las fuentes de energía renovables.

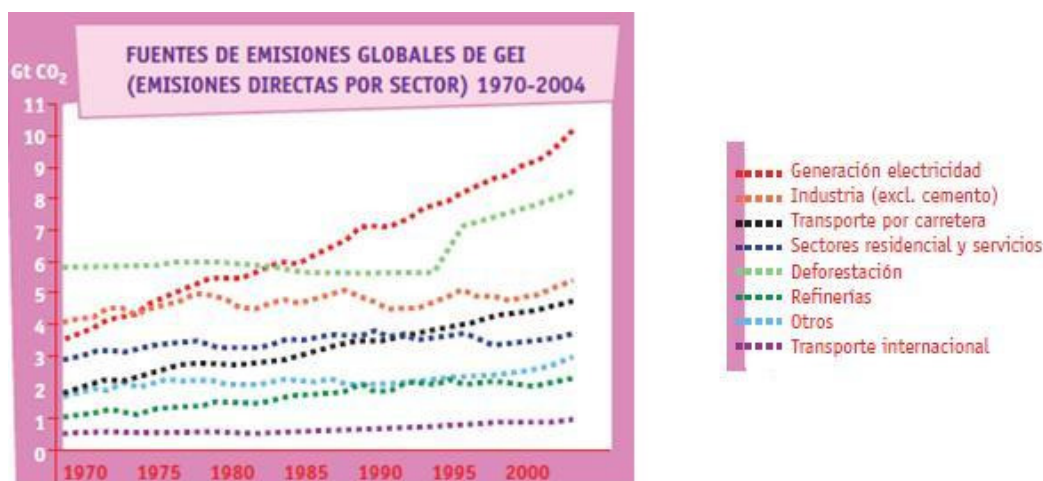


Figura 4.4 Fuentes de Emisiones de GEI. Emisiones directas por sector (1970-2004).

La conservación de la energía es la manera más efectiva, rápida y barata de alcanzar reducciones permanentes de GEI y ahorrar energía. Las mejoras conseguidas a través de esta vía tendrían como resultados menores costes y una mayor seguridad en el suministro de energía, proporcionando nuevas oportunidades de negocios y más puestos de trabajo, especialmente en el desarrollo de mercados más avanzados en tecnologías y productos energéticamente eficientes.

Por otro lado, el Plan de Acción de Eficiencia Energética de la UE estima que en los Estados miembros existe un potencial de ahorro en el consumo de energía primaria de más del 20% de aquí a 2020 (lo que supone aproximadamente 390 millones de toneladas equivalentes de petróleo). De no actuar pronto, este despilfarro supondrá pérdidas anuales de más de 100.000 millones de euros. Este potencial es a día de hoy técnica y económicamente viable de alcanzar, a través de cambios estructurales, cambios en los precios y la renovación de equipos obsoletos por otros actuales que incorporan tecnologías más avanzadas. Entre los sectores con más potencial de ahorro se encuentran el sector de edificios residenciales y comerciales (27% y 30% de su consumo actual de energía, respectivamente), seguidos del transporte (26%) y de la industria (25%). En la figura 4.5 puede verse el reparto de consumos por sectores en España.



Figura 4.5 Reparto de consumo energético en España
por sectores

Por tanto, resulta imprescindible poner urgentemente en marcha actuaciones dirigidas a mejorar la eficiencia y conseguir ahorros energéticos reales y efectivos, especialmente en los llamados “sectores difusos”, que es donde más está aumentando el consumo en los últimos años. Entre estos sectores se incluyen ámbitos como el transporte, el sector residencial o el sector servicios, entre otros, que en conjunto representan cerca del 60% de las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero. A pesar del enorme potencial que presentan para impulsar el ahorro y mejorar su eficiencia energética, la dispersión, atomización y distinta naturaleza de los focos de emisión, así como la dificultad para ejercer un control continuo y eficaz sobre los mismos, los convierte en una de las áreas que más cuesta implicar en las políticas de lucha contra el cambio climático. En la siguiente figura puede verse el reparto de consumos en el sector terciario en España, siendo el consumo en refrigeración, calefacción e iluminación los que representan los mayores porcentajes.

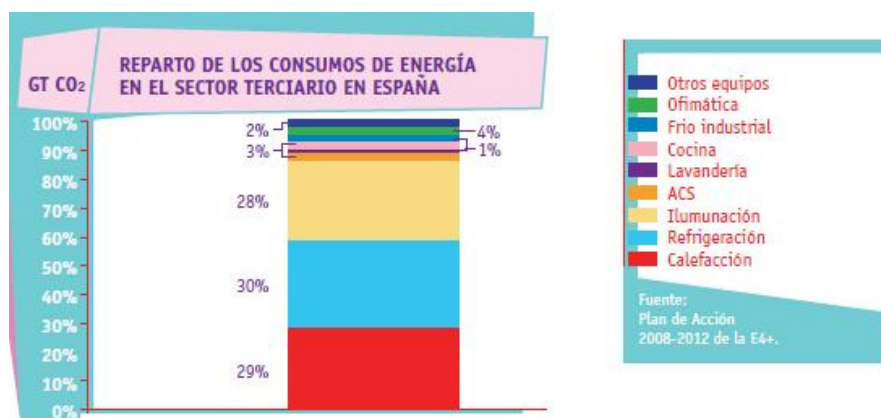


Figura 4.6 Reparto de los consumos de energía en el sector terciario en España.

La mitad de la energía consumida en el sector servicios se realiza en los edificios de oficinas, siendo responsables de un 40% del consumo energético en todo el mundo.

El consumo energético en una oficina está repartido mayoritariamente entre los equipos de iluminación y resto de aparatos eléctricos, seguido de los sistemas de climatización, dedicándose una pequeña parte (alrededor del 5%) a la producción de agua caliente sanitaria. (Ver Figura 4.7)

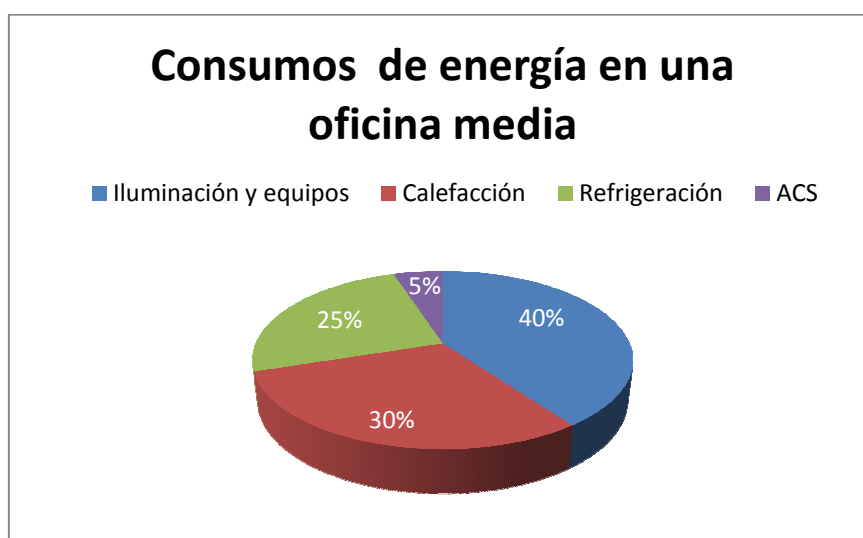


Figura 4.7 Distribución de los consumos de energía en una oficina media en España.

El uso generalizado de los sistemas de climatización, los sistemas de iluminación o el cada vez mayor número de equipos ofimáticos (ordenadores, impresoras, fotocopadoras, escáneres, faxes) contribuyen significativamente a aumentar el consumo de energía de los centros de trabajo. Este consumo se va a ver influido también por factores como el nivel de eficiencia energética de los equipos, los hábitos de consumo de los usuarios o las propias características constructivas del edificio.

Si a todo lo anterior le añadimos que entre el 40% y el 50% de las emisiones de CO₂ de una empresa la producen los trabajadores trasladándose a su lugar de trabajo, es oportuno reflexionar sobre el impacto directo e indirecto que tienen los edificios de oficinas y el diseño de los espacios de trabajo sobre el medio ambiente.

Para conseguir un uso racional de los recursos, el ahorro y la eficiencia energética han de jugar un papel fundamental dentro no sólo de las políticas de gobiernos, sino también en las políticas internas de todas las organizaciones, instituciones y empresas, y, por supuesto, en nuestros hábitos de vida cotidianos.

La Central de Ciclo Combinado “Campo de Gibraltar”, propiedad de Nueva Generadora del Sur S.A.(NGS), consciente del compromiso que contrae con la unidad de generación para la producción de energía eléctrica y vapor de proceso, ha establecido como misión el cumplimiento de las previsiones y condiciones de producción establecidas, realizándose de forma sostenible, garantizando en todo momento el adecuado respeto y compromiso con el medio ambiente y la obtención de un elevado nivel de prevención y protección de riesgos, especialmente los relativos a accidentes graves.

Con el fin de asegurar el cumplimiento de esta misión, la Central ha implantado un sistema integrado que cumple con los requisitos establecidos en las normas UNE EN-ISO 9001:2008, UNE EN-ISO 14001:2004 y la especificación OHSAS 18001:2007.

Como parte del anterior compromiso, la empresa está implementando un sistema de gestión energética en la planta de acuerdo a la norma UNE-EN 16001:2010, para identificar las áreas significativas de consumo energético y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Durante la revisión de dicho sistema por la Dirección se ha establecido como aspecto energético significativo, entre otros, el sector terciario de la central y dentro de este sector destaca la importancia de reducir el consumo energético en el edificio de oficinas, ya que se convierte en el escenario ideal para la realización del estudio de ahorro energético por los motivos alegados en los párrafos anteriores.

4.2.3 Sistemas de gestión energética. Norma UNE - EN 16001:2010

La UNE-EN 16001:2010 (versión española de la norma europea EN 16001: 2009), publicada por AENOR, anula y sustituye a la norma UNE 216301:2007 y su estructura es muy similar a la de otros sistemas de gestión ya existentes en las organizaciones, para facilitar así su integración en los mismos.

La norma establece un marco internacional para la gestión de todos los aspectos relacionados con la energía, incluidos su uso y adquisición, por parte de todas las organizaciones y proporciona las estrategias técnicas y de gestión con las que incrementar su eficiencia energética, reducir costes y mejorar su desempeño ambiental.

Las empresas, las sociedades de la cadena de suministro, las entidades de servicio público y las empresas de servicio energético, entre otras, pueden utilizar esta herramienta para reducir el consumo de energía y las emisiones de CO₂ en sus propias instalaciones y para establecer puntos de referencia en relación con sus objetivos.

El objetivo global de esta norma europea es ayudar a las organizaciones a establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar su eficiencia energética. Esto debería conducir a reducciones en costos y en emisiones de gases de efecto invernadero a través de una gestión sistemática de la energía. Especifica los requisitos para un sistema de gestión energética que permita a una organización desarrollar e implementar una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y la información sobre los aspectos energéticos significativos. Está prevista para que sea aplicable a todos los tipos y tamaños de organizaciones independientemente de las condiciones geográficas, culturales y sociales.

Esta norma para los sistemas de gestión energética puede utilizarse de manera independiente o integrada con cualquier otro sistema de gestión. Además, para facilitar su uso, su estructura es similar a la de la Norma ISO 14001.

La base de este enfoque se muestra en la Figura 4.8. El éxito del sistema depende del compromiso de todos los niveles y funciones de la organización y especialmente de la alta dirección. Un sistema de este tipo permite a una organización desarrollar e implementar una política energética, establecer objetivos y procesos para alcanzar los compromisos de la política, tomar las acciones necesarias para mejorar su desempeño y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta norma europea.

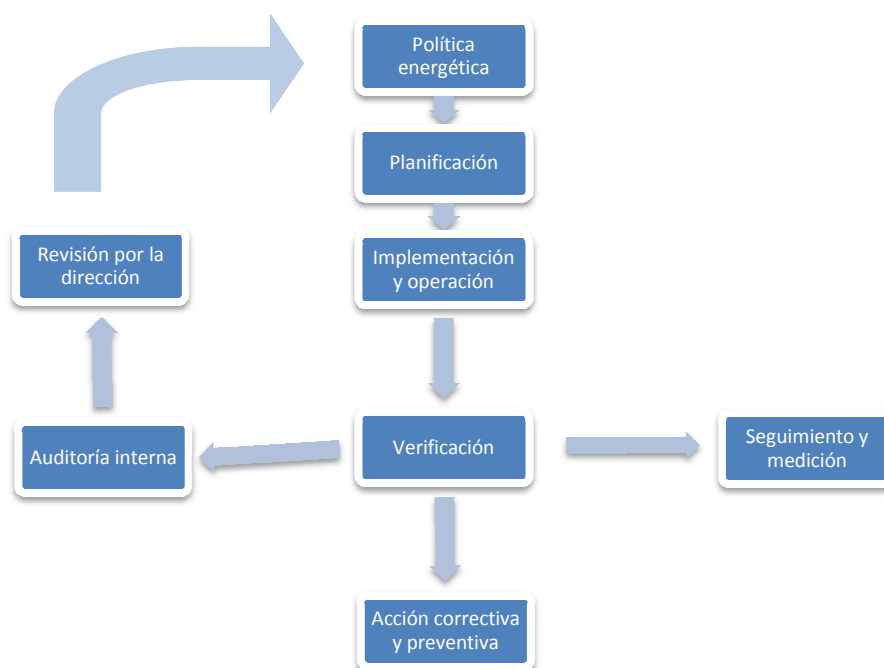


Figura 4.8 Modelo de gestión energética

La adopción de la norma EN 16001:2010 contribuirá al establecimiento de un proceso de mejora continua que conducirá al uso de la energía más eficiente y estimulará a las organizaciones a implementar un plan de seguimiento energético así como un análisis energético.

4.2.4 Sistema de gestión energética de la planta

El Sistema de Gestión energética se trata de un sistema paralelo a otros modelos de gestión (ISO 9001, ISO 14001,...) para la mejora continua en el empleo de la energía, su consumo eficiente, la disminución de los consumos de energía y los costes financieros asociados, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la adecuada utilización de los recursos naturales, así como el fomento de las energías alternativas y las renovables.

4.2.4.1 Identificación de Aspectos Energéticos

Este seguimiento será llevado a cabo durante la revisión del sistema por la Dirección al cierre de cada año, con el objeto de analizar los aspectos energéticos definidos, estableciendo cuales son los aspectos significativos según el siguiente diagrama de flujo:

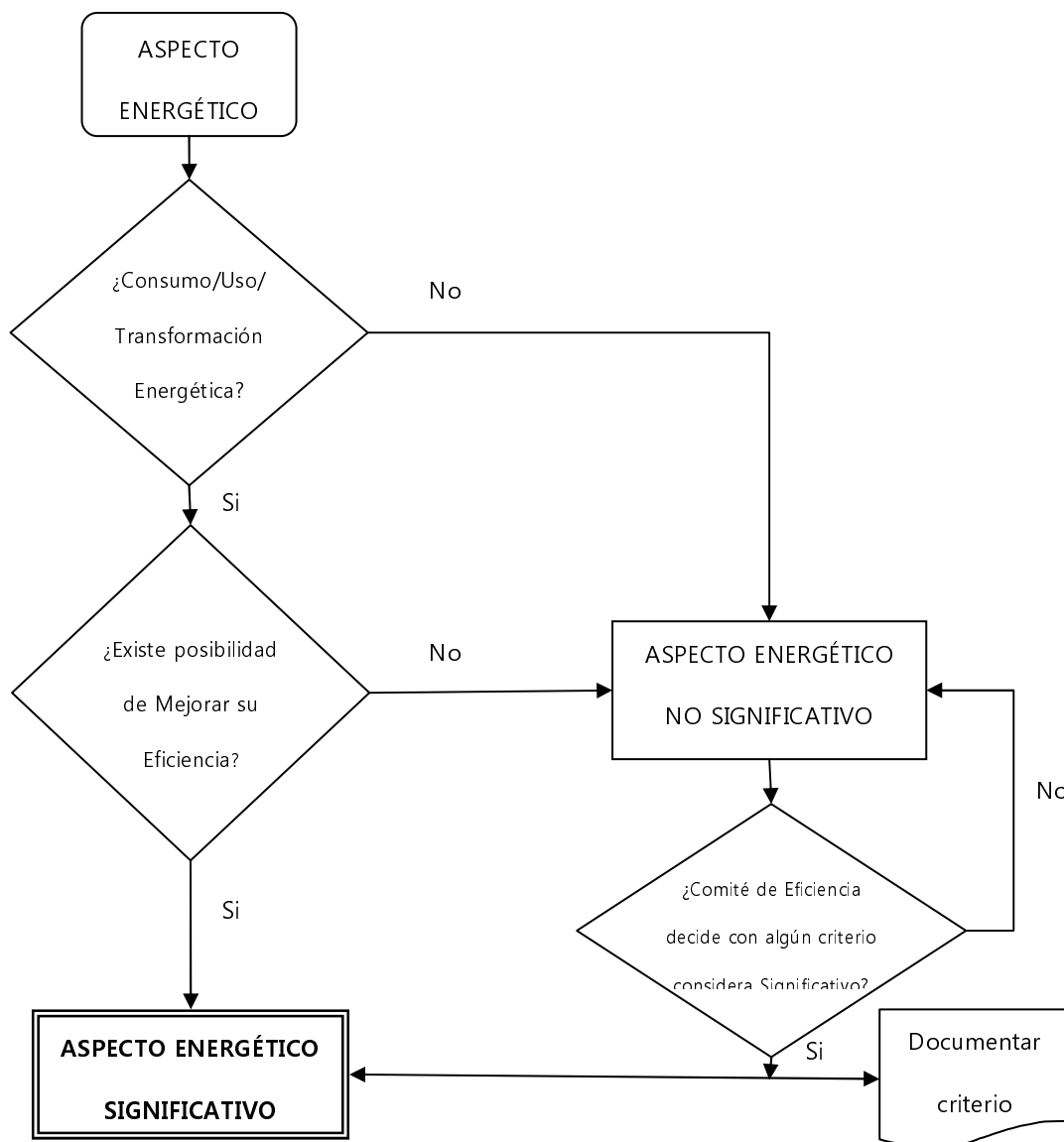


Figura 4.9 Esquema de definición de los aspectos energéticos significativos.

En la siguiente tabla pueden observarse los aspectos energéticos definidos durante la última revisión del sistema por la Dirección. Estos aspectos energéticos, analizados mediante el esquema anterior, derivan en una serie de aspectos energéticos significativos. El sector terciario es uno de los que se pretende mejorar en el año en curso, convirtiéndose en el objetivo del presente trabajo

fin de carrera, por su importancia en el consumo energético total de la central y porque además, las medidas a adoptar no requieren grandes inversiones económicas.

ASPECTOS ENERGÉTICOS	¿Consumo/Usó/ Transformación Energética significativa ?		¿Posibilidad de Mejora?		¿Aspecto Energético Significativo?	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
GENERACIÓN ELÉCTRICA EN TURBINA DE GAS	X		X		X	
GENERACIÓN ELÉCTRICA EN TURBINA DE VAPOR	X		X		X	
RECUPERACIÓN DE CALOR EN CALDERA	X		X		X	
EXPORTACIÓN DE VAPOR A REFINERÍA	X		X		X	
AUTOCONSUMOS EN EL PROCESO DE GENERACIÓN	X		X		X	
CALENTAMIENTO DEL GAS EN LA ERM	X		X		X	
USO GENERADOR DIESEL DE EMERGENCIA		X		X		X
SECTOR TERCIARIO	X		X		X	
PRODUCCIÓN AGUA DESMINERALIZADA	X		X		X	
TRANSPORTE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA L.A.T.	X			X		X

Tabla 4.1 Aspectos Energéticos Significativos

4.2.4.2 Control y seguimiento

Para llevar a cabo el seguimiento del sistema de Gestión energético se ha establecido una dinámica de control, basada en llevar un seguimiento diario, semanal, trimestral y anual de los indicadores establecidos.

En el control diario se analizan una serie de parámetros energéticos, definidos como alarmas en la herramienta de control del proceso, denominada EtaPRO. Se registran las alarmas relevantes y se realiza un seguimiento de las mismas.

Además, se lleva a cabo un seguimiento semanal de los parámetros energéticos y las anomalías detectadas se tratarán de eliminar mediante las medidas propuestas por el Responsable de cada área.

Durante el control trimestral se revisan los siguientes parámetros:

- Evolución de aspectos e indicadores energéticos.
- Incidencias que afectan a la eficiencia energética.
- Pruebas de rendimiento del período.
- Revisión del Programa Energético.

Al final de cada año, se realiza un control anual durante la Revisión del Sistema por la Dirección, con el objeto de analizar los aspectos energéticos definidos, estableciendo cuales son los aspectos significativos según lo indicado en el apartado 4.3.4.1. Además, se lleva a cabo un análisis del estado de las acciones abiertas derivadas de los informes diarios y semanales y se establecen los planes de acción en materia de eficiencia energética para el año que comienza.

4.3 Normativa sobre energía en la edificación

4.3.1 Directiva 2002/91/CE relativa a Eficiencia Energética de los edificios

El objetivo de esta Directiva es fomentar la eficiencia energética de los edificios de la Comunidad, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficacia.

Insta a los Estados miembros a aplicar, a escala nacional o regional, una metodología de cálculo de eficiencia energética de los edificios y a tomar las medidas necesarias para garantizar que se establezcan unos requisitos mínimos de eficiencia energética. Los Estados miembros velarán por que, cuando los edificios sean construidos, vendidos o alquilados, se ponga a disposición del propietario o, por parte del propietario, a disposición del posible comprador o inquilino, según corresponda, un certificado de eficiencia energética. La validez de este certificado no excederá de 10 años.

De la aplicación de esta directiva en nuestro país derivan el Código Técnico de la Edificación, CTE-HE “Ahorro de Energía” (Art. 4), el RD 47/2007 sobre “Certificación Energética” (Art. 7) y la modificación al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios,RITE (Arts. 8 y 9).

4.3.2 Código Técnico de la Edificación

El Código Técnico de la Edificación es el conjunto de normas que deberán cumplir los edificios con el objetivo de alcanzar unas especificaciones mínimas de calidad. Así, fijará los requisitos básicos, en cuanto a condiciones acústicas, térmicas, estructurales, etc., que deberán tener los edificios, persiguiendo la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, a la vez que un ahorro energético.

El código se divide en dos partes:

1ª Parte: en ella se contienen además de las disposiciones de carácter general (ámbito de aplicación, estructura, clasificación de usos...), los objetivos que deben alcanzarse en los edificios

para cumplir los requisitos básicos de la edificación. Asimismo, en esta primera parte se prescriben las exigencias que deben satisfacer los edificios para alcanzar dichos objetivos.

2ª Parte: está constituida por los DAC (Documentos de Aplicación del Código), cuya adecuada utilización garantiza el cumplimiento de las exigencias. En los mismos se contienen procedimientos, reglas técnicas y ejemplos de soluciones que permiten determinar si el edificio cumple con los niveles de prestación establecidos. Se han desarrollado seis DAC, uno para cada uno de los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

4.3.3 RD 47/2007 sobre Certificación Energética de los edificios

La certificación energética de edificios se define como la descripción de las características energéticas de éstos, que aporta información a los usuarios sobre la eficiencia energética del mismo. Las características de la certificación son las siguientes:

1. Limita las emisiones de CO₂: Las medidas incluidas en la certificación son susceptibles de evaluación en términos de emisiones de CO₂. Desde el punto de vista energético, implicará menor consumo de energía primaria y empleo de formas de energía y sistemas de transformación menos contaminantes.
2. Incluye una descripción de las características energéticas.
3. Aporta una información sobre eficiencia energética, también pensada para el usuario no cualificado.
4. Opcionalmente, incluye la posibilidad de mejorar dichas características energéticas.

4.3.4 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

La necesidad de transponer la Directiva 2002/91/CE, de 16 de diciembre, de eficiencia energética de los edificios y la aprobación del Código Técnico de la Edificación por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, han aconsejado redactar un nuevo texto que derogue y sustituya el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio y que incorpore, además, la experiencia de su aplicación práctica durante los últimos años.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios tiene por objeto establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento.

A efectos de la aplicación del RITE se considerarán como instalaciones térmicas las instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de agua caliente sanitaria, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

El RITE se aplicará a las instalaciones térmicas en los edificios de nueva construcción y a las instalaciones térmicas en los edificios construidos, en lo relativo a su reforma, mantenimiento, uso e inspección, con las limitaciones que en el mismo se determinan.

Posteriormente, se publica el RD 1826/2009 de 27 de noviembre que modifica el RITE, concretamente, obliga a limitar las temperaturas en el interior de los establecimientos de edificios y locales climatizados destinados a usos administrativos, comerciales, culturales, de ocio y en estaciones de transporte, con el fin de reducir el consumo de energía. Además propone la exhibición de la gama de temperaturas interiores registradas en los recintos de los edificios y locales que son frecuentados habitualmente por un número importante de personas o tienen una superficie superior a 1.000 m² y por último, considera que se debe regular el sistema de apertura de puertas de los edificios y locales climatizados.

5 Estudio de Ahorro Energético

5.1 Introducción

El beneficio empresarial es el objetivo de toda actividad económica privada. El incremento de la competencia hace cada vez más difícil aumentar las ventas; sin embargo, no es el único camino para conseguir mejoras en el ansiado beneficio.

El recorte de costes se convierte en un arma estratégica para aumentar la competitividad y el éxito de la empresa a medio y largo plazo. Sin embargo, antes de encaminar los pasos para lograr reducir los costes, es necesario pararse a pensar cuáles son las variables sobre las que se debe actuar para conseguir una mayor eficacia en esta misión.

El ahorro energético que se puede conseguir con una combinación de actuaciones en diferentes puntos ayudará al gestor a incrementar la rentabilidad de su empresa y, a su vez, a conseguir una mejora en los efectos ambientales producidos por su actividad.

La central de ciclo combinado Campo de Gibraltar, consciente de la importancia de los hechos relatados anteriormente, se encuentra inmersa en el proceso de implantación de un sistema de gestión energética. Durante la última Revisión del Sistema por la Dirección (etapa final del modelo de gestión energética propuesto por la norma UNE - EN 16001) se detectaron una serie de aspectos energéticos a mejorar durante el año en curso, entre los que se encuentra el **sector terciario** de la central. El estudio se basará en este sector y, dentro del mismo, concretamente en el **edificio de control y oficinas**, por el potencial de ahorro que representa, y además, porque las medidas a adoptar no requieren grandes inversiones económicas.

5.2 Metodología

Los pasos que se han seguido para llevar a cabo el estudio de ahorro energético son los siguientes:

1. Análisis del Escenario de Referencia
2. Simulación mediante LIDER y CALENER del escenario de referencia
3. Análisis de la situación actual
4. Propuesta, simulación y análisis energético de Medidas de Ahorro de Energía (MAES)
5. Resumen del análisis energético de MAES propuestas. Selección, simulación y análisis de la mejor combinación
6. Posibles escenarios de amortización

A continuación, se describirán cada uno de los pasos comentados y se analizarán los resultados obtenidos.

5.2.1 Análisis del Escenario de referencia

5.2.1.1 Descripción general del Edificio de Control y Oficinas

El edificio de Control y Oficinas se ubica en el interior de un edificio construido en la zona este de los terrenos de la Central de Ciclo Combinado. Consta de planta baja, planta alta y cubierta. En la planta baja se ubica la entrada al edificio con Hall de acceso, pasillo, escalera de subida a planta alta, módulos de aseos y vestuarios. Además se sitúan en esta planta locales de oficinas, archivo y zona de sala de control con los locales y anexos que se relacionan en el Cuadro de Superficies. (Tabla 5.1)

La planta alta se distribuye como zona de oficinas, con despachos, salas de reuniones, cafetería, zonas comunes, archivo y salas de ordenadores. Existen aseos en ambas plantas y un ascensor.

El edificio es de forma rectangular de dimensiones 42,40 x 20,40 metros, lo que hace un área de 864,96 metros cuadrados por planta. Los pilares están dispuestos siguiendo una cuadrícula de 6 x 5 metros. (*Ver planos de distribución del edificio por plantas en el Anexo I*)

La plantilla de trabajadores consta de 24 personas a turno, 19 a jornada y un número variable de empleados de contrata.

A continuación se muestra una tabla resumen de las superficies de cada uno de los locales por planta del edificio de oficinas.

ZONA	LOCAL	SUPERFICIE (m ²)
P ^a Baja – Sala de control	Sala de control	135
	Jefe de turno	9
	Sala comunicaciones (CPD)	18
	Área supervivencia	18
	Sala servidores DCS	60
P ^a Baja – Zona general	Hall y pasillo	77
	Aseos	53
	Vestuarios	30
	Gestión técnica	60
	Archivo	60
	Sala formación	48
	Sala Comité empresa	36
P ^a Alta	Jefe de central	60
	Sala de reuniones	60
	Jefe de operación	39
	Técnico soporte de operación	39
	Servicio Químico & C.A.	30
	Jefe de administración	30
	Secretarías y administrativos	123
	Cafetería	28
	Pool de Ingenieros y Técnicos	22
	Jefe de mantenimiento	28
	Mantenimiento	112
	Oficinas Siemens	32
	Vestíbulo y pasillo	56
	Módulos de aseos	48

Tabla 5.1 Cuadro de Superficies

5.2.1.2 Epidermis edificatoria

A continuación se resumen los materiales empleados en la construcción del edificio y sus características por fase de construcción, los cuales constituyen la epidermis del edificio en cuestión:

- **Cimentación:** todas las cimentaciones están realizadas en hormigón armado o en masa del tipo HA-25, el cual cumple con la instrucción EHE para proyectos de hormigón.
- **Estructura y Forjados:** el edificio está proyectado en tres plantas, planta baja, planta alta y cubierta. Los forjados están realizados mediante estructura de vigueta y bovedilla, sustentados mediante estructura de pilares y vigas de hormigón armado. La estructura es de hormigón armado tanto en vigas y losas como en pilares, realizada mediante hormigón HA-25.
- **Cubierta:** Azotea no transitable y visitable únicamente a efectos de conservación con pendientes comprendidas entre el 1 y el 3%. Sobre el forjado se extiende una capa de vapor formada por una imprimación bituminosa de masa no inferior a $0,3 \text{ kg/cm}^2$. Sobre ella se extiende una capa de hormigón aligerado para la formación de pendientes con un espesor mínimo de 6 cm y un espesor medio de 12 cm, con densidad no superior a 1000 kg/m^3 . Sobre esta base se dispone un aislamiento térmico formado por paneles rígidos de fibra de vidrio de 30 mm de espesor (conductividad térmica máxima: $0,035 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$) y sobre el mismo la membrana impermeabilizante de acuerdo con el sistema tricapa PA-3 según norma QB-90 y UNE 104-402 que está formada por las siguientes capas de abajo a arriba:
 - Capa de imprimación bituminosa ($\geq 0,3 \text{ kg/m}^2$)
 - Capa de oxiasfalto ($\geq 1,5 \text{ kg/m}^2$)
 - Lámina LO-20-FV
 - Capa de oxiasfalto ($\geq 1,5 \text{ kg/m}^2$)
 - Lámina LO-20-FV

- Capa de oxiasfalto ($\geq 1,5 \text{ kg/m}^2$)
- Lámina LBM (SBS)-24-FP
- Capa de oxiasfalto ($\geq 1,5 \text{ kg/m}^2$)

Sobre la impermeabilización se extiende una protección pesada formada por una capa de 5 cm de espesor de grava limpia de canto rodado y tamaño comprendido entre 10 y 40.

- **Cerramiento exterior:** el cerramiento está realizado mediante fábrica de $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo color paja enfoscado interiormente; cámara de aire con aislamiento de manta de fibra de vidrio de 30 mm de espesor (conductividad térmica máxima: $0,035 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$) y trasdosado interior mediante tabicón de fábrica de ladrillo hueco de 7 cm de espesor, enfoscado el interior y pintado con pintura vinílica, con acabado de gota aplastada. La fábrica de ladrillo está sentada con mortero de cemento.
- **Albañilería interior:** la compartimentación interior está realizada mediante tabicón de ladrillo hueco doble de 7 cm de espesor, enfoscado por ambas caras, y además, toda la compartimentación entre los distintos locales es de suelo a forjado, incluso en aquellos dotados de falso techo y está realizada mediante paneles de contrachapado de madera.
- **Carpintería exterior e interior:** las puertas son de perfiles y doble chapa de aluminio lacado, acristaladas parcialmente con vidrio traslúcido. Además están provistas de herrajes de seguridad y mecanismo automático de cierre. Las puertas situadas en los recorridos de evacuación van provistas de barra antipánico.
- **Falso techo:** Se instala un falso techo desmontable de placas de escayola con perfilera vista, lacada en blanco con retícula de 60 x 60 cm. Todos los paramentos verticales y horizontales interiores están pintados con pintura plástica de tipo vinílico o similar, con acabado satinado, a base de una mano de imprimación y sellado y dos capas de acabado.
- **Solado y chapado:** el pavimento es de baldosa de terrazo de primera calidad de 40 x 40 cm de rodapié del mismo material. El acabado es pulido. En el exterior se dispone una

acera perimetral solada con baldosa hidráulica de tacos y bordillo de hormigón. Las albardillas son de piedra artificial.

- **Ventanas:** los acristalamientos son de vidrio doble climalit con cámara de aire de 6 cm. El coeficiente de transmisión de los cerramientos de vidrio es de $3,4 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y además, se mayorará en 1,17 por contar con marco metálico. El coeficiente de reducción solar considerado en base a las características del vidrio es de 0,6.

Estos materiales serán introducidos posteriormente en los programas de simulación térmica, que serán descritos en los siguientes apartados.

5.2.1.3 Horarios de funcionamiento

El horario de funcionamiento general de las oficinas y servicios anexos es de un máximo de 12 horas diarias, con los descansos habituales en este tipo de actividad.

En el caso concreto que nos ocupa, se definirán unos perfiles horarios diarios, semanales y anuales en cuanto a ocupación, iluminación, equipos e infiltraciones, teniendo en cuenta el calendario laboral fijado para el año en curso. (*Ver Calendario laboral en Anexo II*)

Es importante aclarar que los equipos a los que se hace referencia son aquellos que suponen una carga térmica para los espacios, es decir, ordenadores, impresoras, faxes, etc. Los perfiles para los equipos de climatización se detallarán más adelante.

La nomenclatura utilizada en la definición de estos horarios será la que se utilice posteriormente en la herramienta de simulación térmica.

HORARIOS DIARIOS:

Para ocupación los horarios diarios considerados son: horarios diarios para la ocupación de la oficina en el caso de jornada normal (D-OCU-OFICINAS1), jornada intensiva en verano (D-OCU-OFICINAS2), y otro perfil para la sala de control (D-OCU-SALA CONTROL). En el caso de las salas de reuniones o formación se define un horario específico (D-OCU-OFICINAS3). De igual forma, para la cafetería se define un perfil para jornada normal (D-OCU-CAFETERIA) y otro para jornada intensiva (D-OCU-CAFETERIA-INT). Por último, también debe definirse un horario para los días festivos (D-OCU-OFIC-FEST). (Tabla 5.2)

En lo referente a los equipos, los horarios considerados serán diferentes a los de ocupación para tener en cuenta las franjas horarias en las que están en espera o *stand-by*. En este caso, se define un perfil para los equipos de cada una de las oficinas en jornada normal (D-EQUI-OFIC1), jornada intensiva (D-EQUI-OFIC2) y para festivos (D-EQUI-FEST). Por otro lado, se definen horarios específicos para los equipos de la sala de reuniones (D-EQUI-OFIC3) y de la cafetería en jornada normal (D-EQUI-CAFETERIA) e intensiva (D-EQUI-CAFETERIA INT). (Tabla 5.3)

Por último, se define un horario diario para las infiltraciones (D-INF-OFIC), considerando que éstas se producen durante todo el día.

Para el caso de la iluminación, no es necesario definir unos perfiles horarios diarios puesto que coinciden con los perfiles de ocupación de las oficinas definidos en la tabla 5.2.

Nombre Horario	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
D-OCU-OFFICINAS1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
D-OCU-OFFICINAS2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-OCU-OFFICINAS3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-OCU-S.CONTROL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-OCU-OFFIC-FEST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-OCU-CAFETERIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
D-OCU-CAFET-INT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 5.2 Horarios diarios de ocupación

Nombre Horario	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
D-EQUI-OFFIC1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	1	1	0,2	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
D-EQUI-OFFIC2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	1	1	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
D-EQUI-OFFIC3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
D-EQUI-SALA CONTROL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D-EQUI-FEST	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
D-EQUI-CAFETERIA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
D-EQUI-CAFETERIA INT	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

Tabla 5.3 Horarios diarios de equipos

Infiltraciones	Tipo
D-INF-OFIC	24 HORAS

Tabla 5.4 Horario diario de infiltraciones

HORARIOS SEMANALES: estos perfiles estarán vinculados a los horarios diarios definidos anteriormente y tendrán en cuenta la jornada intensiva y los festivos marcados en el calendario laboral. (Ver tablas siguientes)

Ocupación	Tipo
SEM-OFIC-OCU	L-J (D-OCU-OFFICINAS1) V (D-OCU-OFFICINAS2) S-D (D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU-INT	L-V(D-OCU-OFFICINAS2) S-D (D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU ENE1	L-J (D-OCU-OFFICINAS1) V-D (D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU ENE2	L-M-J (D-OCU-OFFICINAS1) V(D-OCU-OFFICINAS2) S-D(D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU MAR	M-J (D-OCU-OFFICINAS1) V(D-OCU-OFFICINAS2) L-S-D(D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU ABRIL	L-X (D-OCU-OFFICINAS1) J-D(D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU JUN	L-X (D-OCU-OFFICINAS1) J-V(D-OCU-OFFICINAS2) S-D(D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU AGO1	L-J (D-OCU-OFFICINAS2) V-D (D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU AGO2	M-V (D-OCU-OFFICINAS2) L-S-D (D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU AGO3	L-M-V (D-OCU-OFFICINAS2) X-J(D-OCU-OFFICINAS1) S-D (D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU OCT	L-X-J (D-OCU-OFFICINAS1) V (D-OCU-OFFICINAS2) M-S-D(D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-OFIC-OCU DIC	M-J (D-OCU-OFFICINAS1) V (D-OCU-OFFICINAS2) L-S-D(D-OCU-OFFIC-FEST)

Tabla 5.5 Horarios semanales de ocupación en oficinas

Los horarios semanales de ocupación de la cafetería son los mismos que los definidos en la tabla 5.5 para las oficinas, pero teniendo en cuenta los horarios diarios correspondientes, es decir, los horarios “D-OCU-CAFETERIA ” y “D-OCU-CAFETERIA INT” (Tabla 5.6).

Ocupación Cafetería	Tipo
SEM-CAFETERIA-OCU	L-J (D-OCU-CAFETERIA) V (D-OCU-CAFETERIA INT) S-D (D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU INT	L-V(D-OCU-CAFETERIA INT) S-D(D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU ENE1	L-J (D-OCU-CAFETERIA) V-D (D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU ENE2	L-M-J (D-OCU-CAFETERIA) V(D-OCU-CAFETERIA INT) S-D(D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU MAR	M-J (D-OCU-CAFETERIA) V(D-OCU-CAFETERIA INT) L-S-D(D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU ABRIL	L-X (D-OCU-CAFETERIA) J-D(D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU JUN	L-X (D-OCU-CAFETERIA) J-V(D-OCU-CAFETERIA INT) S-D(D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU AGO1	L-J (D-OCU-CAFETERIA INT) V-D (D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU AGO2	M-V (D-OCU-CAFETERIA INT) L-S-D (D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU AGO3	L-M-V (D-OCU-CAFETERIA INT) X-J(D-OCU-CAFETERIA) S-D (D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU OCT	L-X-J (D-OCU-CAFETERIA) V (D-OCU-CAFETERIA INT) M-S-D(D-OCU-OFIG-FEST)
SEM-CAFETERIA-OCU DIC	M-J (D-OCU-CAFETERIA) V (D-OCU-CAFETERIA INT) L-S-D(D-OCU-OFIG-FEST)

Tabla 5.6 Horarios semanales de ocupación de la cafetería

Para el caso de la sala de formación, los horarios semanales de ocupación son:

Ocupación Formación	Tipo
SEM-FORM-OCU	L-V (D-OCU-OFFICINAS3) S-D(D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-FORM-OCU ENE1	L-J (D-OCU-OFFICINAS3) V-D (D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-FORM-OCU ENE2	L-M-J-V (D-OCU-OFFICINAS3) S-D(D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-FORM-OCU MAR	M-J (D-OCU-OFFICINAS3) L-S-D(D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-FORM-OCU ABRIL	L-X (D-OCU-OFFICINAS3) J-D(D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-FORM-OCU OCT	L-X-J (D-OCU-OFFICINAS3) M-S-D(D-OCU-OFFIC-FEST)
SEM-FORM-OCU DIC	M-J-V (D-OCU-OFFICINAS3) L-X-S-D(D-OCU-OFFIC-FEST)

Tabla 5.7 Horarios semanales de ocupación en la sala de formación

Para la Zona de Sala de Control se ha previsto un horario de 24 horas en funcionamiento continuo. (Tabla 5.8)

Ocupación Sala Control	Tipo
SEM-SALA-OCU	L-D(D-OCU-SALA CONTROL)

Tabla 5.8 Horario semanal de ocupación de la sala de control

En cuanto a los perfiles horarios semanales de los equipos que existen en cada una de las oficinas, en la cafetería, en la sala de formación y en la sala de control, como son los ordenadores, impresoras, faxes, neveras, etc., se definen los siguientes horarios:

Equipos Oficina	Tipo
SEM-EQUI-OFIC1	L-J (D-EQUI-OFIC1) V (D-EQUI-OFIC2) S-D (D-EQUI-FEST)
SEM-EQUI-OFIC2	L-V(D-EQUI-OFIC2) S-D (D-EQUI-FEST)
SEM-OFIC-EQUI ENE1	L-J (D-EQUI-OFIC1) V-D(D-EQUI-FEST)
SEM-OFIC-EQUI ENE2	L-M-J (D-EQUI-OFIC1) V(D-EQUI-OFIC2) S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-OFIC-EQUI MAR	M-J (D-EQUI-OFIC1) V(D-EQUI-OFIC2) L-S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-OFIC-EQUI ABRIL	L-X (D-EQUI-OFIC1) J-D(D-EQUI-FEST)
SEM-OFIC-EQUI JUN	L-X (D-EQUI-OFIC1) J-V(D-EQUI-OFIC2) S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-OFIC-EQUI AGO1	L-J (D-EQUI-OFIC2) V-D (D-EQUI-FEST)
SEM-OFIC-EQUI AGO2	M-V (D-EQUI-OFIC2) L-S-D (D-EQUI-FEST)
SEM-OFIC-EQUI AGO3	L-M-V (D-EQUI-OFIC2) X-J(D-EQUI-OFIC1) S-D (D-EQUI-FEST)
SEM-OFIC-EQUI OCT	L-X-J (D-EQUI-OFIC1) V (D-EQUI-OFIC2) M-S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-OFIC-EQUI DIC	M-J (D-EQUI-OFIC1) V (D-EQUI-OFIC2) L-S-D(D-EQUI-FEST)

Tabla 5.9 Horarios semanales de los equipos de oficina

Equipos Cafetería	Tipo
SEM-EQUI-CAFETERIA	L-J (D-EQUI-CAFETERIA) V (D-EQUI-CAFETERIA INT) S-D (D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI INT	L-V(D-EQUI-CAFETERIA INT) S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI ENE1	L-J (D-EQUI-CAFETERIA) V-D (D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI ENE2	L-M-J (D-EQUI-CAFETERIA) V(D-EQUI-CAFETERIA INT) S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI MAR	M-J (D-EQUI-CAFETERIA) V(D-EQUI-CAFETERIA INT) L-S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI ABRIL	L-X (D-EQUI-CAFETERIA) J-D(D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI JUN	L-X (D-EQUI-CAFETERIA) J-V(D-EQUI-CAFETERIA INT) S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI AGO1	L-J (D-EQUI-CAFETERIA INT) V-D (D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI AGO2	M-V (D-EQUI-CAFETERIA INT) L-S-D (D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI AGO3	L-M-V (D-EQUI-CAFETERIA INT) X-J(D-EQUI-CAFETERIA) S-D (D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI OCT	L-X-J (D-EQUI-CAFETERIA) V (D-EQUI-CAFETERIA INT) M-S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-CAF-EQUI-DIC	M-J (D-EQUI-CAFETERIA) V (D-EQUI-CAFETERIA INT) L-S-D(D-EQUI-FEST)

Tabla 5.10 Horarios semanales de los equipos de la cafetería

Equipos Formación	Tipo
SEM-EQUI-OFIC3	L-V (D-EQUI-OFIC3) S-D (D-EQUI-FEST)
SEM-FORM-EQUI ENE1	L-J (D-EQUI-OFIC3) V-D (D-EQUI-FEST)
SEM-FORM-EQUI ENE2	L-M-J-V (D-EQUI-OFIC3) S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-FORM-EQUI MAR	M-J (D-EQUI-OFIC3) L-S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-FORM-EQUI ABRIL	L-X (D-EQUI-OFIC3) J-D(D-EQUI-FEST)
SEM-FORM-EQUI OCT	L-X-J (D-EQUI-OFIC3) M-S-D(D-EQUI-FEST)
SEM-FORM-EQUI DIC	M-J-V (D-EQUI-OFIC3) L-X-S-D(D-EQUI-FEST)

Tabla 5.11 Horarios semanales de los equipos de la sala de formación

Equipos Sala Control	Tipo
SEM-EQUI-SALA CONTROL	L-D(D-EQUI-SALA CONTROL)

Tabla 5.12 Horario semanal de los equipos de la sala de control

Además, se debe definir un horario semanal para las infiltraciones que se producen en las oficinas, el cual estará vinculado al horario diario de infiltraciones “D-INF-OFIC”.

Infiltraciones	Tipo
SEM-OFIC-INF	L-D(24 HORAS)

Tabla 5.13 Horario semanal de infiltraciones

HORARIOS ANUALES: Por último, los perfiles horarios anuales de ocupación, equipos e infiltraciones se definen de acuerdo al calendario laboral del año en curso mediante los horarios semanales definidos previamente.

Ocupación	Hasta el día	Hasta el mes	Horario semanal
OCU-OFICINA	3	1	SEM-OFIC-OCU-ENE1
	10	1	SEM-OFIC-OCU-ENE2
	28	2	SEM-OFIC-OCU
	7	3	SEM-OFIC-OCU-MAR
	28	3	SEM-OFIC-OCU
	4	4	SEM-OFIC-OCU-ABRIL
	16	5	SEM-OFIC-OCU
	23	5	SEM-OFIC-OCU-ENE1
	27	6	SEM-OFIC-OCU
	4	7	SEM-OFIC-OCU-JUN
	8	8	SEM-OFIC-OCU INT
	15	8	SEM-OFIC-OCU AGO1
	22	8	SEM-OFIC-OCU AGO2
	29	8	SEM-OFIC-OCU INT
	5	9	SEM-OFIC-OCU AGO3
	10	10	SEM-OFIC-OCU
	17	10	SEM-OFIC-OCU OCT
	31	10	SEM-OFIC-OCU
	7	11	SEM-OFIC-OCU MAR
	5	12	SEM-OFIC-OCU
	12	12	SEM-OFIC-OCU DIC
	31	12	SEM-OFIC-OCU

Tabla 5.14 Perfil horario anual de ocupación para las oficinas

Ocupación	Hasta el día	Hasta el mes	Horario semanal
OCU-SALA CONTROL	31	12	SEM-SALA-OCU

Tabla 5.15 Perfil horario anual de ocupación para la sala de control

Ocupación	Hasta el día	Hasta el mes	Horario semanal
OCU-CAFETERIA	3	1	SEM-CAFETERIA-OCU-ENE1
	10	1	SEM-CAFETERIA-OCU-ENE2
	28	2	SEM-CAFETERIA-OCU
	7	3	SEM-CAFETERIA-OCU-MAR
	28	3	SEM-CAFETERIA-OCU
	4	4	SEM-CAFETERIA-OCU-ABRIL
	16	5	SEM-CAFETERIA-OCU
	23	5	SEM-CAFETERIA-OCU-ENE1
	27	6	SEM-CAFETERIA-OCU
	4	7	SEM-CAFETERIA-OCU-JUN
	8	8	SEM-CAFETERIA-OCU INT
	15	8	SEM-CAFETERIA-OCU AGO1
	22	8	SEM-CAFETERIA-OCU AGO2
	29	8	SEM-CAFETERIA-OCU INT
	5	9	SEM-CAFETERIA-OCU AGO3
	10	10	SEM-CAFETERIA-OCU
	17	10	SEM-CAFETERIA-OCU OCT
	31	10	SEM-CAFETERIA-OCU
	7	11	SEM-CAFETERIA-OCU MAR
	5	12	SEM-CAFETERIA-OCU
	12	12	SEM-CAFETERIA-OCU DIC
	31	12	SEM-CAFETERIA-OCU

Tabla 5.16 Perfil horario anual de ocupación para la cafetería

Ocupación	Hasta el día	Hasta el mes	Horario semanal
OCU-FORM	3	1	SEM-FORM-OCU-ENE1
	10	1	SEM-FORM-OCU-ENE2
	28	2	SEM-FORM-OCU
	7	3	SEM-FORM-OCU-MAR
	28	3	SEM-FORM-OCU
	4	4	SEM-FORM-OCU-ABRIL
	16	5	SEM-FORM-OCU
	23	5	SEM-FORM-OCU-ENE1
	8	8	SEM-FORM-OCU
	15	8	SEM-FORM-OCU ENE1
	10	10	SEM-FORM-OCU
	17	10	SEM-FORM-OCU OCT
	31	10	SEM-FORM-OCU
	7	11	SEM-FORM-OCU MAR
	5	12	SEM-FORM-OCU
	12	12	SEM-FORM-OCU DIC
	31	12	SEM-FORM-OCU

Tabla 5.17 Horario anual de ocupación para la sala de formación

Equipos	Hasta el día	Hasta el mes	Horario semanal
EQUI-OFICINA	3	1	SEM-OFIC-EQUI-ENE1
	10	1	SEM-OFIC-EQUI-ENE2
	28	2	SEM-EQUI-OFIC1
	7	3	SEM-OFIC-EQUI-MAR
	28	3	SEM-EQUI-OFIC1
	4	4	SEM-OFIC-EQUI-ABRIL
	16	5	SEM-EQUI-OFIC1
	23	5	SEM-OFIC-EQUI-ENE1
	27	6	SEM-EQUI-OFIC1
	4	7	SEM-OFIC-EQUI-JUN
	8	8	SEM-EQUI-OFIC2
	15	8	SEM-OFIC-EQUI AGO1
	22	8	SEM-OFIC-EQUI AGO2
	29	8	SEM-EQUI-OFIC2
	5	9	SEM-OFIC-EQUI AGO3
	10	10	SEM-EQUI-OFIC1
	17	10	SEM-OFIC-EQUI OCT
	31	10	SEM-EQUI-OFIC1
	7	11	SEM-OFIC-EQUI MAR
	5	12	SEM-EQUI-OFIC1
	12	12	SEM-OFIC-EQUI DIC
	31	12	SEM-EQUI-OFIC1

Tabla 5.18 Perfil anual de equipos para las oficinas

Equipos	Hasta el día	Hasta el mes	Horario semanal
EQUI-SALA CONTROL	31	12	SEM-EQUI-SALA CONTROL

Tabla 5.19 Perfil anual para los equipos de la sala de control

Equipos	Hasta el día	Hasta el mes	Horario semanal
EQUI-CAFETERIA	3	1	SEM-CAF-EQUI-ENE1
	10	1	SEM-CAF-EQUI-ENE2
	28	2	SEM-EQUI-CAFETERIA
	7	3	SEM-CAF-EQUI-MAR
	28	3	SEM-EQUI-CAFETERIA
	4	4	SEM-CAF-EQUI-ABRIL
	16	5	SEM-EQUI-CAFETERIA
	23	5	SEM-CAF-EQUI-ENE1
	27	6	SEM-EQUI-CAFETERIA
	4	7	SEM-CAF-EQUI-JUN
	8	8	SEM-CAF-EQUI INT
	15	8	SEM-CAF-EQUI AGO1
	22	8	SEM-CAF-EQUI AGO2
	29	8	SEM-CAF-EQUI INT
	5	9	SEM-CAF-EQUI AGO3
	10	10	SEM-EQUI-CAFETERIA
	17	10	SEM-CAF-EQUI OCT
	31	10	SEM-EQUI-CAFETERIA
	7	11	SEM-CAF-EQUI MAR
	5	12	SEM-EQUI-CAFETERIA
	12	12	SEM-CAF-EQUI DIC
	31	12	SEM-CAF-OFIC1

Tabla 5.20 Horario anual de equipos para la cafetería

Equipos	Hasta el día	Hasta el mes	Horario semanal
EQUI-FORM	3	1	SEM-FORM-EQUI-ENE1
	10	1	SEM-FORM-EQUI-ENE2
	28	2	SEM-EQUI-OFIC3
	7	3	SEM-FORM-EQUI-MAR
	28	3	SEM-EQUI-OFIC3
	4	4	SEM-FORM-EQUI-ABRIL
	16	5	SEM-EQUI-OFIC3
	23	5	SEM-FORM-EQUI-ENE1
	27	6	SEM-EQUI-OFIC3
	8	8	SEM-EQUI-OFIC3
	15	8	SEM-FORM-EQUI-ENE1
	22	8	SEM-FORM-EQUI-MAR
	10	10	SEM-EQUI-OFIC3
	17	10	SEM-FORM-EQUI-OCT
	31	10	SEM-EQUI-OFIC3
	7	11	SEM-FORM-EQUI-MAR
	5	12	SEM-EQUI-OFIC3
	12	12	SEM-FORM-EQUI-DIC
	31	12	SEM-EQUI-OFIC3

Tabla 5.21 Horario anual para los equipos de la sala de formación

Infiltraciones	Hasta el día	Hasta el mes	Horario semanal
INF-OFICINA	31	12	SEM-OFIC-INF

Tabla 5.22 Perfil horario de las infiltraciones en las oficinas

5.2.1.4 Inventario de equipos e iluminación

Se debe tener un conocimiento de todas las características energéticas del edificio para poder representar el escenario de partida y así decidir posteriormente, a partir de éste, el tipo de medidas a aplicar en el mismo. El conocimiento del número de equipos y luminarias existentes, y las potencias de éstos es parte fundamental. Para conocer estos datos se ha realizado un exhaustivo inventario por planta del edificio, obteniéndose los siguientes resultados:

Planta Baja

Equipos	Potencia (Kw)
Nevera Edesa	0,3
Enfriador Eden	0,3
Microondas LG	0,8
Armario Cableado	1,272
Armario Servidores1	3,01
Armario Servidores2	1,34
Centralita	0,1
Ordenador	0,25
Impresora hp 2300	0,426
Monitor	0,1
Impresora hp 5550	0,611
Impresora hp F4180	0,02
Impresora hp 2015	0,35
Pantalla DCS	0,5
Cargador baterías	0,01
UPS	0,5
Impresora hp CM1017	0,42
Impresora hp 6980	0,16
Impresora hp scanjet	0,143
Ploter hp	0,15
Secador Saniflow	2,25

Tabla 5.23 Equipos existentes en la planta baja

Equipos climatización	Potencia (Kw)
Estufa	0,8
Radiador	1,5
Aire Acondicionado	2,5

Tabla 5.24 Equipos de climatización en la
planta baja

Luminarias	Marca	Potencia(W)	Tipo
Fluorescente	Sylvania	18	4x18
Fluorescente	GE	36	4x36
Fluorescente	GE	36	2x36
Fluorescente	GE	58	2x58
Incandescente	Osram	100	-

Tabla 5.25 Luminarias en la planta baja

Planta Alta

Equipos	Potencia (Kw)
Nevera Indesit	0,0225
Enfriador Eden	0,3
Microondas LG	0,8
Ordenador	0,25
Impresora hp 5850	0,032
Audioconferencia	0,08
Proyector Epson	0,236
Marco Digital	0,015
Impresora hp C4100	0,04
Konica Minolta	1,5
Impresora hp 5500	0,562
Fax Canon	0,5
Destruyectora papel	1
Máquina Café Azkoyen	1,8
Nevera Azkoyen	0,52
Fotocop. Bizhub 600	1,5
Impresora láser 4200	0,685
Nevera Waves	0,6
Calentador Cointra	1,2
Secador Saniflow	2,25
Impresora hp C3180	0,07

Tabla 5.26 Equipos existentes en la planta alta

Equipos climatización	Potencia (Kw)
Estufa	0,8
Radiador	1,5
Calefactor aire	1,5

Tabla 5.27 Equipos de climatización existentes
en la planta alta

Luminarias	Marca	Potencia(W)	Tipo
Fluorescente	Sylvania	18	4x18
Fluorescente	GE	36	2x36
Fluorescente	GE	58	2x58
Incandescente	Osram	100	-

Tabla 5.28 Luminarias de la planta alta

Cubierta

En esta planta se encuentran la sala de máquinas y un acceso a la azotea del edificio. En la siguiente tabla se muestran los tipos de luminarias existentes en esta planta.

Luminarias	Marca	Potencia(W)	Tipo
Fluorescente	GE	36	2x36
Fluorescente	GE	58	2x58

Tabla 5.29 Luminarias en la cubierta

5.2.1.5 Descripción de las instalaciones de climatización

Dada su gran compartimentación y usos diferentes en cuanto a ocupación, cargas internas, niveles de ventilación, etc., es necesario asegurar en todo momento el mantenimiento de las condiciones ambientales de temperatura y humedad requeridas. A continuación se describirán las distintas zonas de climatización consideradas y los equipos que las atienden:

ZONA DE SALA DE CONTROL Y SALA DE SERVIDORES

Las características especiales de esta zona en cuanto a seguridad en el funcionamiento continuo de sus instalaciones suponen que el sistema de climatización debe funcionar en cualquier condición, sin paradas no programadas.

La instalación está formada por dos bombas de calor aire-aire de Ciatesa, modelo IPC-255 Z, cada una de ellas de la potencia total necesaria, de tal forma que queda una unidad como reserva, para asegurar el funcionamiento continuo de la instalación. Cuentan con filtros especiales de alta eficacia y ventiladores de retorno con compuertas de expulsión, mezcla y toma de aire exterior para la totalidad del caudal, de tal forma que mediante el control y actuadores de compuerta adecuados se pueda aprovechar la energía del aire exterior cuando las condiciones de humedad y temperatura sean favorables. (*Ver planos de equipos de climatización en Anexo I*)

El aire se distribuye a las salas mediante conductos, impulsándose al ambiente mediante difusores rotacionales de alto poder de inducción.

Para la sala de servidores del DCS, se ha considerado instalar dos equipos autónomos, uno de ellos de reserva, sólo frío, para evacuar el calor emitido por los equipos instalados. Se trata de un split de techo solo frío de GENERAL, modelo ABG 54 FT.

En general, en estas zonas se han duplicado los equipos y componentes de las instalaciones, para asegurar al 100% las condiciones ambientales, en caso de avería o parada por mantenimiento de cualquier equipo.

ZONAS DE OFICINAS PLANTA BAJA Y ALTA

Se instalan unidades de fancoil para cada oficina o local con control individualizado para cada caso, actuando mediante un termostato de ambiente, sobre una válvula de tres vías que controla el paso de agua fría o caliente a la batería de cada unidad fancoil. Las unidades instaladas son los modelos CF-20, CF-30, FL-650 y FL-900 de Termoven. (Tabla 5.30)

La producción de agua fría y/o caliente, se realiza mediante una enfriadora de agua monobloque, de condensación por aire, incorporándose bombas de impulsión de agua, depósito de inercia, depósito de expansión, válvulas de seguridad, válvulas, termostatos y manómetros. Se trata de una enfriadora con recuperación de calor de Rhoss, modelo TCAE 4140-RC 100, cuya capacidad nominal de refrigeración es de 149,80 kW.

La distribución de agua se realiza mediante una red de tubería de acero negro, aislada con espuma elastomérica de los espesores indicadas en el RITE.

El aire de ventilación se trata en una unidad climatizadora, equipada con compuerta de toma de aire, filtros de alta eficacia, batería de frío o calor y ventilador de impulsión. Una vez filtrado y acondicionado, el aire se distribuye hasta las unidades fancoil, a través de conductos instalándose una compuerta de regulación en el retorno de cada fancoil para equilibrar el sistema y asegurar la aportación de aire exterior proyectada para cada local en función de la normativa vigente.

ASEOS Y VESTUARIOS

Para cumplir con la normativa vigente, se instala un sistema de extracción de aire de las zonas de vestuarios y aseos, formado por ventilador de extracción situado en cubierta, red de conductos y bocas y rejillas de extracción de aire. Además, los vestuarios se encuentran climatizados al igual que las distintas oficinas a través de una unidad fancoil.

Por otro lado, para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria existen dos calentadores eléctricos marca Cointra, de potencia nominal 1200 W y capacidad de 50 litros cada uno.

En la siguiente tabla puede verse un resumen de las características más importantes de los distintos equipos de climatización. En el Anexo III se presenta una descripción más detallada de los distintos equipos.

Equipos climatización	Modelo	Descripción	Cantidad	Potencia (kW)
Climatizador Airotec	CHA-9550	Unidad de Tratamiento de Aire central	1	$P_{\text{motor}} = 4 \text{ kW}$ $P_{\text{frío}} = 52,3 \text{ kW}$ $P_{\text{calor}} = 66,5 \text{ kW}$
Ciasesa (Roof-top) Sala de control	IPC-255-Z	Equipo bomba de calor aire-aire reversible	2 (1 reserva)	$P_{\text{frío}} = 24 \text{ kW}$ $P_{\text{calor}} = 19,6 \text{ kW}$ $P_{\text{máx abs}} = 30 \text{ kW}$
Tecniseco (Humectador)	C 58 EMP	Humidificador de vapor en acero inoxidable	1	$P_{\text{máx abs}} = 43,5 \text{ kW}$
RHOSS (Enfriadora)	TCAE 4140-RC100	Enfriadoras de agua monobloque con condensación de agua	1	$P_{\text{abs frío}} = 50,9 \text{ kW}$ $P_{\text{abs frío rec}} = 64,4 \text{ kW}$
WILO (Bombas)	TOP-SD 65/13 (2) DPL 80/115(2)	Bombas circulación de líquidos	4	$P_{\text{TOP}} = 1,4 \text{ kW}$ $P_{\text{DPL}} = 2,2 \text{ kW}$
Extractores Aseos	CVAT/4-1500/250 CVAT/4-1200-250	Extractores Vestuarios	2	$P_{1200} = 0,115 \text{ kW}$ $P_{1500} = 0,160 \text{ kW}$
Fan-Coils	CF-20-4+2 (6) CF-30-4+2 (4) FL-650-4+1 (1) FL-900-3+1 (1) FL-900-4+1 (6)	Fan-coils de techo con filtro vertical	7 (Planta Baja) 11 (Planta Alta)	$P_{650} = 0,023 \text{ kW}$ $P_{900} = 0,041 \text{ kW}$ $P_{20} = 0,3 \text{ kW}$ $P_{30} = 0,6 \text{ kW}$
Split de Techo (GENERAL)	ABG 54 FT	Split de techo (solo frío)	2 (1 reserva)	$P = 14,36 \text{ kW}$
Calefacción Oficinas	MES-3 (8) MES- 4,5 (10)	Baterías de aletas con clixón incorporado	18	$P_{\text{MES-3}} = 3 \text{ kW}$ $P_{\text{MES-4,5}} = 4,5 \text{ kW}$

Tabla 5.30 Equipos de climatización

5.2.2 Simulación del Escenario de referencia

5.2.2.1 Introducción de datos

Existen varias opciones que permiten introducir la epidermis del edificio objeto de estudio, como son VP_LIDERCAD, CYPE, LIDER, CALENER. En este caso, CALENER será la herramienta de calificación energética elegida para el estudio de los consumos energéticos de la situación de referencia y de las medidas de ahorro propuestas, pero la introducción de los datos a través de esta herramienta es algo tediosa. La descripción de la geometría del edificio se realiza mediante polígonos, a través de los cuales se deben definir la forma de las plantas, espacios y cerramientos del edificio. Por ello, se aprovecha la potencialidad de otras herramientas que facilitan la introducción de los datos a partir de planos de AutoCAD y que están preparadas para la exportación a CALENER. En este caso, se ha elegido la herramienta LIDER que facilitará la introducción de los datos de la descripción geométrica, constructiva y operacional del edificio.

La aplicación LIDER es la implementación informática de la opción general de verificación de la exigencia básica de Limitación de demanda energética HE-1, recogida en el documento básico de ahorro de energía HE del Código Técnico de la Edificación.



Figura 5.1 Inicio del programa LIDER.

Con la aplicación LIDER que se va a emplear se pueden definir edificios de cualquier tamaño, pero existen algunas limitaciones que se exponen a continuación:

- El número de espacios del edificio debe ser menor de 100.
- El número de elementos del edificio debe ser menor de 500.

Además, dado que el edificio se va a exportar al programa CALENER_GT para su calificación, se deben cumplir algunas condiciones adicionales:

- Los polígonos que definen las plantas y espacios no deben tener más de 30 vértices.
- Los cerramientos deben tener un máximo de 9 capas homogéneas.
- Los valores del peso de los cerramientos presentan unos límites inferior y superior. Los valores máximos de las propiedades de los materiales de construcción son:
 - Conductividad térmica $k = 51,9 \text{ [W/ mK]}$
 - Densidad $\rho = 8009 \text{ [Kg/m}^3\text{]}$
 - Calor específico $C_p = 20.919 \text{ [KJ/KgK]}$
- Si el material se define por su resistencia térmica, ésta debe ser menor que $7 \text{ [m}^2 \text{ K/W]}$.
- El porcentaje de hueco ocupado por el marco debe ser inferior al 100%.
- Los identificadores de los elementos no deben superar los 30 caracteres, que serán exclusivamente letras y números, excepto la letra ñ.

Estos requisitos deben respetarse para garantizar la compatibilidad entre LIDER y CALENER_GT.

Al iniciar la aplicación aparece en pantalla el formulario principal. En él se encuentra una barra de herramientas, que da acceso a los distintos módulos del programa, y una zona inferior, en la que se visualizarán los distintos formularios de trabajo.

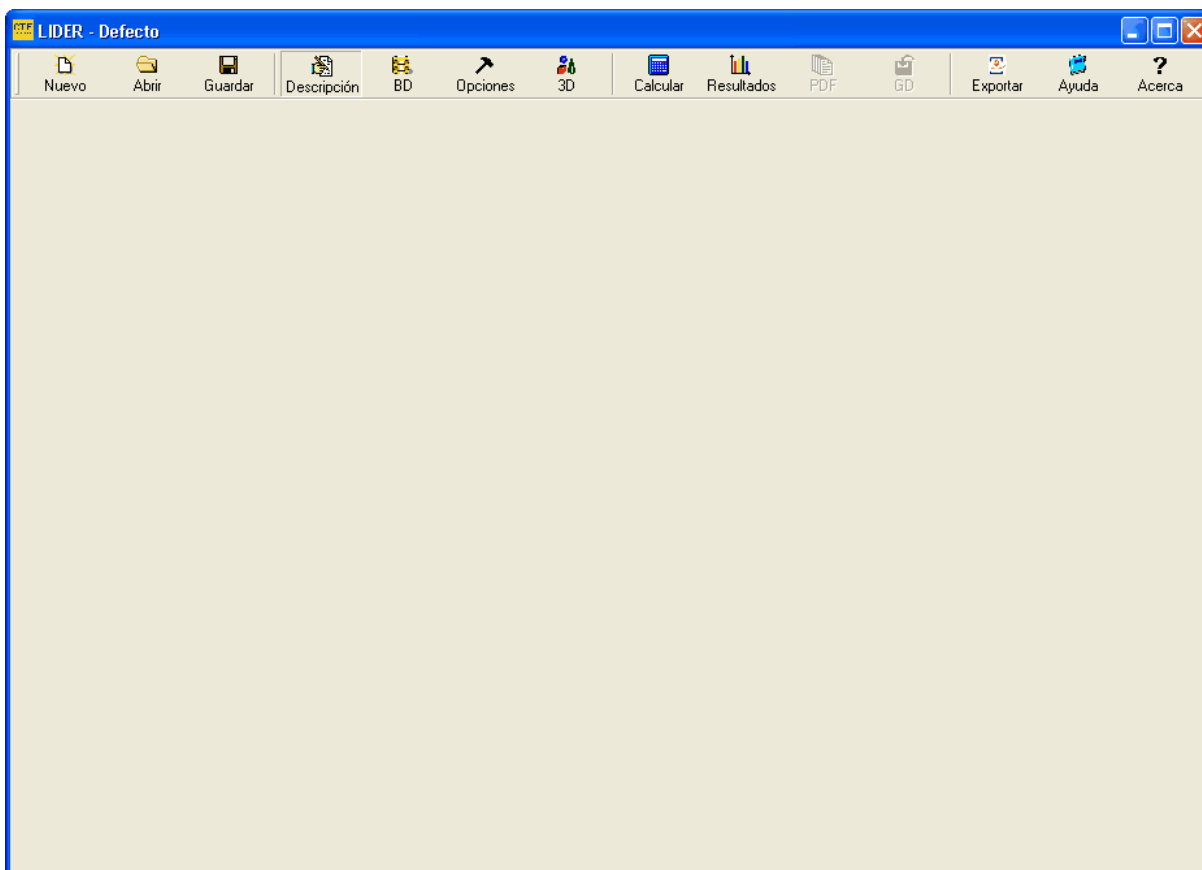


Figura 5.2 Formulario principal de la aplicación LIDER.

Los botones de la parte superior dan acceso a cada una de las partes de la aplicación, encontrándose ordenados de manera que la secuencia a seguir en el proceso de definición del edificio sea ir utilizándolos de izquierda a derecha.



Crea un nuevo proyecto. Si había un proyecto abierto lo cierra antes de crear el nuevo. Abre automáticamente el formulario *Descripción*.



Abre un proyecto previamente guardado. Si había un proyecto abierto lo cierra.



Permite guardar al proyecto actual. Es posible cambiar el nombre del proyecto, lo que permite guardar el caso actual con otro nombre (Guardar como...)



Con el botón *Descripción* se accede al formulario que contiene los datos generales del proyecto, como localización, condiciones operacionales o autor



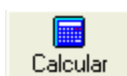
Da acceso a la *Base de Datos*. Se puede acceder a las bases de datos de cerramientos y de materiales del programa, u otras bases de datos compatibles, como la del usuario, para seleccionar los que se utilizarán en el proyecto actual



Desde el botón *Opciones* se accede a las propiedades generales del programa, así como a los formularios que asignan valores por defecto a los elementos del edificio. Valores importantes que deben ser definidos en éstos formularios son las construcciones de los distintos tipos de cerramientos y los tipos de huecos que se utilizarán por defecto en las ventanas



Muestra la representación 3D del edificio y los objetos que lo rodean. Desde este formulario se define la geometría del edificio



Inicia el proceso de verificación de las exigencias de limitación de la demanda energética



Permite revisar los resultados obtenidos en el proceso de cálculo



Permite revisar el informe de verificación e imprimirlo en caso de que resulte conforme a las exigencias



Permite guardar el archivo de control para la verificación administrativa del informe impreso por el programa. Está oculto hasta que se obtienen los resultados del programa



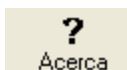
Permite exportar a Calener la definición geométrica y constructiva del edificio para calcular la certificación energética mediante CALENER Gran Terciario. Genera un proyecto de CALENER a partir del proyecto actual



El programa es capaz de detectar si está instalado CALENER Gran Terciario en el ordenador, y crea un botón para acceder a él si está presente. Al pulsarlo se abre CALENER Gran Terciario.



Permite acceder a la información de ayuda en pantalla



Proporciona información acerca del programa. Permite acceder a las últimas versiones del mismo desde la página web oficial del Código Técnico de la Edificación

Para llevar a cabo la simulación mediante LIDER, se realizarán los siguientes pasos:

1. Análisis del edificio y recopilación de la información necesaria para la ejecución de la aplicación.

1.1 Selección de la zona climática a la que pertenece el edificio, de acuerdo con el párrafo 3.1.1 del CTE-HE1.

De acuerdo con dicho párrafo, para la limitación de la demanda energética se establecen 12 zonas climáticas identificadas mediante una letra, correspondiente a la división de invierno, y un número, correspondiente a la división de verano. En general, la zona climática donde se ubican los edificios se determinará a partir de los valores tabulados. En localidades que no sean capitales de provincia y que dispongan de registros climáticos contrastados, se podrán emplear, previa justificación, zonas climáticas específicas.

El procedimiento elegido para la determinación de la zonificación climática se recoge a continuación (*Apéndice D - D.1. Determinación de la zona climática a partir de valores tabulados*):

La zona climática de cualquier localidad en la que se ubiquen los edificios se obtiene de la **tabla 5.31** en función de la diferencia de altura que exista entre dicha localidad y la altura de referencia de la capital de su provincia. Si la diferencia de altura fuese menor de 200 m o la localidad se encontrase a una altura inferior que la de referencia, se tomará, para dicha localidad, la misma zona climática que la que corresponde a la capital de provincia.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y sabiendo que la diferencia de altura entre la localidad donde se encuentra ubicado nuestro edificio (San Roque) y la capital de provincia (Cádiz) es menor que 200 m, obtenemos la **zona climática A3**.

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	D1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Tabla 5.31 Zonas Climáticas según el CTE.

- 1.2 Partiendo de los planos del edificio y del proyecto, realizar las simplificaciones y divisiones pertinentes en plantas y espacios para su introducción en el programa. Como posteriormente se va a realizar la certificación energética del edificio, la división en espacios debe ser coherente con la definición posterior de los sistemas de climatización. Se entiende por **zonas** los lugares atendidos por equipos de climatización. El edificio queda dividido en tantos espacios como zonas se tengan en consideración para la simulación de los sistemas en CALENER-GT.

En este caso, la división según las zonas térmicas existentes queda de la siguiente forma: 21 espacios en la planta baja, 24 en la planta alta y 7 en la cubierta, donde se encuentra la sala de máquinas y el acceso a la azotea del edificio.

- 1.3 Clasificación de los espacios del edificio de acuerdo con el apartado 3.1.2 del CTE-HE1, según el cual los espacios interiores de los edificios se clasifican en espacios **habitables** y espacios **no habitables**. En el caso concreto de edificios terciarios las posibilidades son:

- **Acondicionado:** El espacio va a disponer de un sistema de refrigeración y/o calefacción.
- **No Acondicionado:** El espacio no va a disponer de un sistema de acondicionamiento. Se trata de espacios destinados a la presencia y/o paso de personas, pero de los que no se pretenda controlar la temperatura (se incluyen escaleras, pasillos no climatizados, archivos sólo ventilados).
- **No Habitable:** Se usa en espacios no habitados, como desvanes o vacíos sanitarios, es decir, espacios no destinados a la permanencia de personas.

En las tablas siguientes puede observarse la clasificación realizada por planta de los espacios del edificio:

PLANTA BAJA			
Espacios	Nombre	Tipo	Área (m ²)
P01_E01	Supervivencia	Acondicionado	21,41
P01_E02	Comunicaciones	Acondicionado	21,26
P01_E03	Jefe de Turno	Acondicionado	13,61
P01_E04	Entrada S.C.	No Acondicionado	7,15
P01_E05	Pasillo	No Acondicionado	32,66
P01_E06	Sala de Control	Acondicionado	140,99
P01_E07	Sala DCS	Acondicionado	66,02
P01_E08	Gestión Técnica	Acondicionado	31,42
P01_E09	Jefe de GT	Acondicionado	28,44
P01_E10	Archivo	Acondicionado	60,55
P01_E11	Comité Empresa	Acondicionado	40,73
P01_E12	Formación	Acondicionado	50,94
P01_E13	Vestuarios	Acondicionado	31,44
P01_E14	Aseos Hombres	No Acondicionado	37,24
P01_E15	Saneamiento	No Habitable	1,72
P01_E16	Aseos Mujeres	No Acondicionado	19,38
P01_E17	Pasillo Aseos	No Acondicionado	7,67
P01_E18	Limpieza	No Acondicionado	1,71
P01_E19	H. Ascensor	No Habitable	3,35
P01_E20	Escaleras	No Acondicionado	15,53
P01_E21	Hall	Acondicionado	91,71

Tabla 5.32 División de espacios en la planta baja

PLANTA ALTA			
Espacios	Nombre	Tipo	Área (m²)
P02_E01	Sala Reuniones	Acondicionado	60,63
P02_E02	Jefe Servicio Qco	Acondicionado	30,54
P02_E03	Fotocopiadoras	No Acondicionado	8,14
P02_E04	J.C. (Reuniones)	Acondicionado	29,82
P02_E05	Jefe de Central	Acondicionado	30,49
P02_E06	Jefe de Operación	Acondicionado	30,8
P02_E07	Soporte Operación	Acondicionado	29,64
P02_E08	Cafetería	Acondicionado	28,44
P02_E09	Reuniones Manto.	Acondicionado	21,86
P02_E10	Jefe de Manto.	Acondicionado	27,37
P02_E11	Mantenimiento	Acondicionado	111,71
P02_E12	Ing. Siemens	Acondicionado	16,05
P02_E13	Ing. Residente	Acondicionado	15,4
P02_E14	Aseos Hombres	Acondicionado	23,42
P02_E15	Extracción	No Habitable	3,29
P02_E16	Archivo	No Acondicionado	10,54
P02_E17	Saneamiento	No Habitable	1,72
P02_E18	Pasillo Aseos	No Acondicionado	7,67
P02_E19	Aseos Mujeres	No Acondicionado	19,38
P02_E20	Limpieza	No Acondicionado	1,71
P02_E21	H. Ascensor	No Habitable	3,35
P02_E22	Escaleras	No Acondicionado	15,53
P02_E23	Jefe de Admón.	Acondicionado	30,2
P02_E24	Administrativos	Acondicionado	167,29

Tabla 5.33 División de espacios en la planta alta

CUBIERTA			
Espacios	Nombre	Tipo	Área (m ²)
P03_E01	Escaleras	No Acondicionado	12,42
P03_E02	Entrada	No Acondicionado	5,46
P03_E03	Armario eléctrico	No Habitable	1,34
P03_E04	Instalaciones	No Habitable	2,5
P03_E05	H. Ascensor	No Habitable	5,23
P03_E06	Sala Máquinas	No Acondicionado	74,98
P03_E07	Pasillo salida	No Acondicionado	16,98

Tabla 5.34 División de espacios en la cubierta.

A efectos de cálculo de la demanda energética, los espacios habitables se clasifican en función de la cantidad de calor disipado en su interior, debido a la actividad realizada y al periodo de utilización de cada espacio, en las siguientes categorías:

- espacios con carga interna baja: espacios en los que se disipa poco calor. Son los espacios destinados principalmente a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.
- espacios con carga interna alta: espacios en los que se genera gran cantidad de calor por causa de su ocupación, iluminación o equipos existentes. Son aquellos espacios no incluidos en la definición de espacios con baja carga interna. El conjunto de estos espacios conforma la zona de alta carga interna del edificio.

La siguiente tabla puede ayudarnos a descifrar el significado de las opciones que nos da el programa:

Intensidad	Ocup. Sensible	Ocup.Latente	Equipos
Baja	2 W/m ²	1,26 W/m ²	1,5 W/m ²
Media	6 W/m ²	3,79 W/m ²	4,5 W/m ²
Alta	10 W/m ²	6,31 W/m ²	7,5 W/m ²

Tabla 5.35 Tipo de uso de los espacios habitables

A efectos de comprobación de la limitación de condensaciones en los cerramientos, los *espacios habitables* se caracterizan por el *exceso de humedad interior*. En ausencia de datos más precisos y de acuerdo con la clasificación que se expresa en la norma EN ISO 13788: 2002 se establecen las siguientes categorías:

- a) espacios de clase de higrometría 5: espacios en los que se prevea una gran producción de humedad, tales como lavanderías y piscinas;
- b) espacios de clase de higrometría 4: espacios en los que se prevea una alta producción de humedad, tales como cocinas industriales, restaurantes, pabellones deportivos, duchas colectivas u otros de uso similar;
- c) espacios de clase de higrometría 3 o inferior: espacios en los que no se prevea una alta producción de humedad. Se incluyen en esta categoría todos los espacios de edificios residenciales y el resto de los espacios no indicados anteriormente.

Teniendo en cuenta la clasificación anterior, en nuestro caso se trata de espacios de “Intensidad Alta – 12 h” e higrometría 3 o inferior, al ser un edificio de oficinas en el que no se prevé una alta producción de humedad. (Figura5.3)

Figura 5.3 Pestaña “Descripción” del programa LIDER

- 1.4 Recopilación de todas las propiedades higrotérmicas de todos los materiales y productos de construcción que conforman los cerramientos, huecos y particiones interiores, así como la información relativa a los puentes térmicos del edificio. Se tienen en cuenta los datos de los distintos materiales utilizados en la construcción del edificio en cada una de las fases de obra que se han descrito previamente en el apartado 5.2.1.2. *Epidermis edificatoria*.
2. Iniciar la aplicación y crear un proyecto **Nuevo**, indicar la **localidad, orientación y los datos generales del proyecto en el formulario Descripción**. La orientación del edificio es de 90° N. Como se trata de una localidad genérica, además debe indicarse su altitud para que el programa determine correctamente la densidad del aire. En este caso, la latitud y la altitud sobre el nivel medio del mar de la ciudad de San Roque es de 36°N y 20 m respectivamente. (Ver Figura 5.3)

3. **Importar a la base de datos del edificio los materiales y productos, así como la composición de los cerramientos y particiones interiores que se encuentren en las bases de datos del programa.** (Figura 5.4)

Los elementos constructivos del edificio que se está estudiando deben ser importados de las bases de datos a disposición del usuario, o definidos por el usuario si no aparecen en ninguna de ellas. La importación se realiza independientemente para las composiciones de cerramientos y para los huecos. En ambos casos se importan automáticamente los componentes de dichos elementos constructivos.

La aplicación dispone de diferentes bases de datos con información relativa a materiales, cerramientos opacos y cerramientos semitransparentes, y a puentes térmicos.



Figura 5.4 Gestión de la base de datos del programa

Desplegando las ramas del árbol (Figura 5.4) se muestran las clases en que se dividen los materiales y elementos constructivos del edificio. Los cerramientos se clasifican en opacos y semitransparentes; los primeros se subdividen en materiales y cerramientos, mientras que los segundos se subdividen en vidrios, marcos y huecos.

Inicialmente la base de datos del edificio está vacía. Para añadir elementos, se pueden crear como nuevos, o se pueden importar de una base de datos existente. Para nuestro edificio, la mayoría de los materiales se han cargado de la librería del programa y alguno de ellos se ha creado como un nuevo material, por no encontrarse en la base de datos.

Cuando se define un nuevo material, se especifica su nombre y las propiedades del mismo. El conjunto de propiedades se pueden especificar de dos maneras: por el detalle de las propiedades térmicas (conductividad, densidad y calor específico) o por la resistencia térmica. Además de las anteriores se necesita el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua.

Las composiciones de cerramientos se utilizan para agrupar los materiales que componen un cerramiento, su orden y su espesor. En el formulario de definición de las composiciones de cerramientos, se definen los materiales seleccionando primero el grupo a que pertenecen, y seguidamente eligiendo el material entre los pertenecientes al grupo seleccionado; por último se especifica el espesor. El orden de introducción es del exterior al interior, para los cerramientos exteriores o los enterrados. Para los que quedan entre dos espacios, el orden es desde la capa que da al espacio contiguo hacia la que da al espacio en que se define el cerramiento. Para los cerramientos que están en posición horizontal, el orden es de arriba a abajo, aunque estén en contacto con el terreno. (Figura 5.5)

Siguiendo las instrucciones anteriores se han definido en el edificio en cuestión 4 grupos de cerramientos de acuerdo con los distintos materiales que componen los mismos. (Tabla 5.36)

Grupo	Nombre cerramiento
Muro_Ext	Cerramiento_Ext1
	Cerramiento_Ext2
Cubierta	Cerramiento_Horiz1
Muro_Int	Cerramiento_Int1
	Cerramiento_Int2
	Cerramiento_Int3
	Cerramiento_Int4
Suelo	Cerramiento_Horiz2
	Cerramiento_Horiz3

Tabla 5.36 Grupos de cerramientos definidos en el edificio

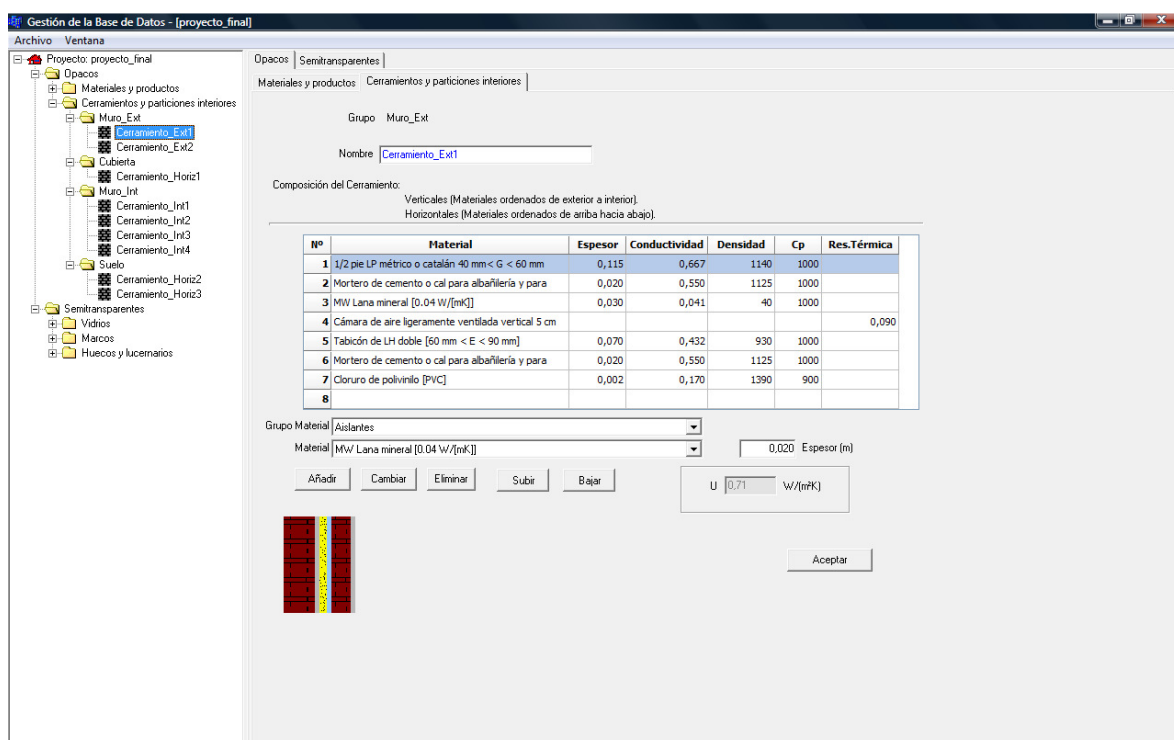


Figura 5.5 Pantalla de definición de cerramientos en LIDER

En el caso de los materiales semitransparentes, en el grupo “Vidrios” se ha definido un vidrio para todas las ventanas del edificio de acuerdo con las características especificadas en el apartado 5.2.1.2. *Epidermis edificatoria*. Se trata de un vidrio doble *climalit* con cámara de aire de 6 cm y cuyos parámetros más importantes son:

Grupo	Transmitancia térmica U (W/m ² K)	Factor solar g (adimensional)
Vidrio 1	3,95	0,6

Tabla 5.37 Propiedades del vidrio de las ventanas

A su vez, el marco de las ventanas se ha cargado de la librería del programa. En este caso, se trata de un marco metálico en posición vertical sin rotura de puente térmico. (Tabla 5.38)

Grupo	Transmitancia térmica U (W/m ² K)	Absortividad (α)
Marco	5,70	0,70

Tabla 5.38 Propiedades del marco cargado de la librería

Dentro del grupo “Huecos y lucernarios”, se han creado dos huecos, uno para las ventanas compuesto por la Ventana1 y otro para las puertas compuesto por la Puerta1. (Tabla 5.39)

Grupo	Grupo Vidrio	Vidrio	Grupo Marco	Marco	% cubierto por el marco	Permeabilidad al aire (m ³ /hm ² a 100 Pa)
Hueco_Ventana	Ventanas	Vidrio1	Metálicos en posición vertical	Normal sin rotura de puente térmico	10	50
Hueco_Puerta	Ventanas	Vidrio1	Metálicos en posición vertical	Normal sin rotura de puente térmico	0	60

Tabla 5.39 Características de los huecos del edificio

Las puertas del edificio han de definirse como huecos, por ser modeladas en el motor de cálculo, en régimen permanente. Las puertas son tratadas en la reglamentación de forma diferente a las ventanas, ya que en el edificio de referencia se mantienen iguales a las del edificio objeto, a menos que tengan más del 50 % de su superficie acristalada, en cuyo caso se consideran como ventanas.

Existen dos posibilidades:

- Definir un vidrio con las propiedades, transmitancia térmica y factor solar, correspondientes a la puerta y definir un marco cualquiera que ocupa el 0% de la superficie del hueco. Esta es la opción elegida para la definición de las puertas del edificio. Se trata de la puerta principal del edificio de vidrio, por lo que se toman las mismas características del vidrio definido para las ventanas, pero se marca la opción de las puertas.
- Definir un hueco con un vidrio cualquiera y un marco, que ocupa el 100% de la superficie del hueco, y que tiene las propiedades, transmitancia térmica y factor solar,

correspondientes a la puerta (Esta opción no es compatible con el programa CALENER_GT).

El programa que calcula el edificio de referencia considera un hueco como puerta cuando el factor solar es inferior a 0,1 o cuando la superficie del marco es superior al 50% y simultáneamente el factor solar es inferior a 0,1.

Para evitar ambigüedades, se debe indicar que el elemento es una puerta activando la casilla de selección que aparece en el formulario a esos efectos. Si se hace así, no se puede modificar el valor de la permeabilidad al aire que queda fijado en $60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$.

4. En el formulario *Opciones*, asignar la composición constructiva por defecto a los distintos cerramientos y particiones interiores del edificio, incluyendo los puentes térmicos.

En este formulario se incluyen datos que serán usados como valores por defecto para los distintos elementos que se crearán, además de una serie de opciones generales del programa. Todas esas opciones están agrupadas y cada uno de los grupos aparece bajo una pestaña del formulario.

La primera pestaña que aparece es la del *Espacio de Trabajo*, que agrupa diferentes opciones generales de la aplicación. La segunda se centra en las características constructivas que se asignarán a los cerramientos del edificio a medida que se vayan creando.

En la pestaña *Espacio de Trabajo* aparecen tres grupos de datos:

- Dimensiones y color del espacio de trabajo: es el rectángulo de terreno sobre el que se sitúa el edificio en la representación gráfica 3D. Desde éste formulario se pueden especificar las dimensiones y la cota de dicho rectángulo, así como el color con el que se representará. Las dimensiones por defecto son las de un cuadrado de 60x60 m situado a cota cero.
- El siguiente dato de carácter general es el tamaño de las esferas que se colocarán en la representación. El tamaño de las esferas define el radio de atracción de los vértices y líneas que se definen en la aplicación. Se deja el valor por defecto.
- Por último, se muestran las definiciones relativas a la colocación de las esferas para marcar los vértices que se utilizarán para la definición de las cubiertas y otros cerramientos singulares.

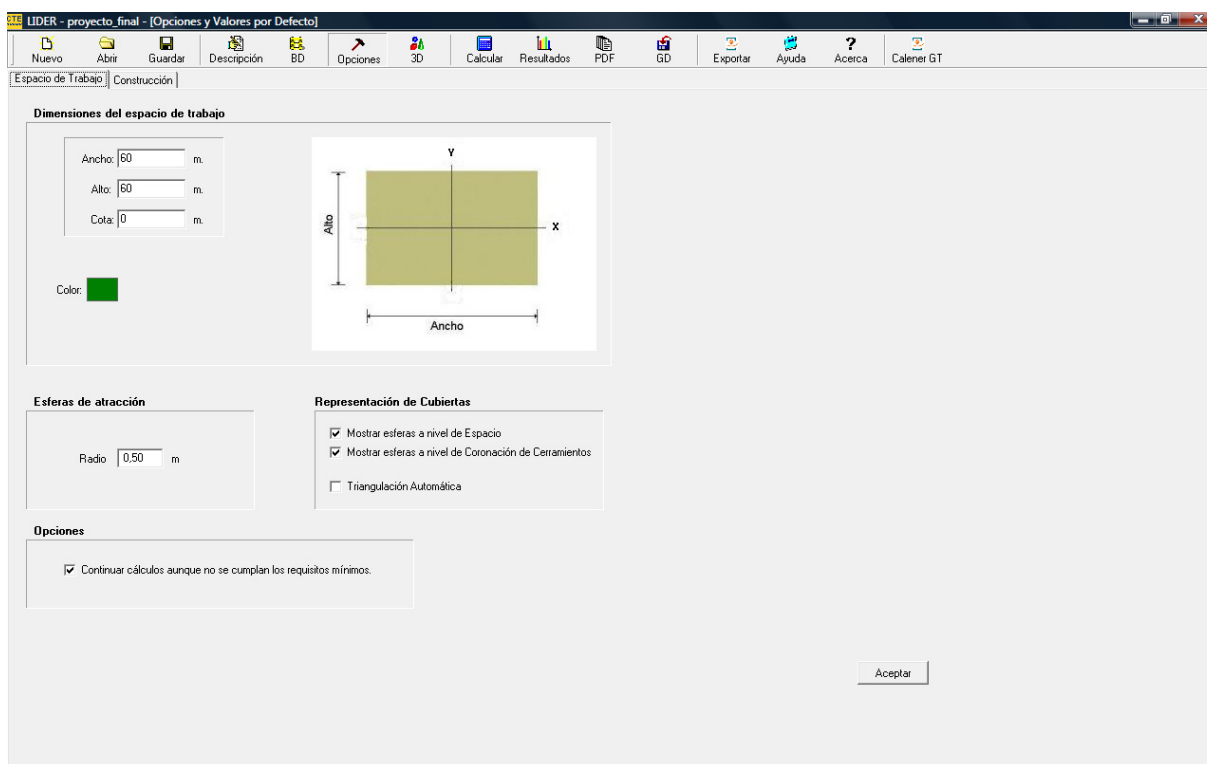


Figura 5.6 Formulario de opciones en la pestaña del *Espacio de Trabajo*

En la pestaña *Construcción* se agrupan datos relativos a los distintos elementos que formarán el edificio. Se especifican las características constructivas de los tipos de cerramiento, que se asignarán en el momento de la creación de los diferentes elementos constructivos identificados automáticamente por el programa. Contiene dos subpestañas, la primera dedicada a los cerramientos unidimensionales y la segunda a los puentes térmicos.

Los cerramientos que se crean tienen la composición que les corresponde de acuerdo a la categoría a que pertenecen, la cual es determinada automáticamente por la aplicación, en función de su posición geométrica.

Cada una de las cajas de selección muestra al usuario la lista de composiciones de cerramientos, o huecos, que se han incorporado en la base de datos del edificio. Se seleccionará para cada una de las categorías aquella que sea más frecuente, o la única si fuera el caso, en el edificio.

En el caso de los huecos, además de la construcción se especifican sus dimensiones y posición por defecto.

En el caso de los cerramientos en contacto con el terreno, en caso de que exista un aislamiento perimetral, se activará la casilla correspondiente y se indicará la anchura y la resistencia térmica del perímetro aislado.

Si la composición típica de alguna de las categorías cambia (por ejemplo, una planta tiene los cerramientos exteriores diferentes de los definidos previamente) es posible hacer el cambio en este formulario, siendo el nuevo valor el tomado por defecto desde ese momento en adelante.

Para nuestro edificio, el formulario queda de la siguiente forma:

The screenshot shows the 'LIDER - proyecto_final - [Opciones y Valores por Defecto]' window. The 'Construcción' tab is active, displaying a form for defining construction elements. The form is organized into several sections:

- Muro:** Muros de fachada. Verticales y rectangulares.
 - Composición tipo "muro": Cerramiento_Ext1
- Huevo:**
 - Composición del "huevo": Ventana1
 - Altura del hueco: 1.40 m
 - Anchura del hueco: 3.80 m
 - Posición Y respecto al suelo: 1.00 m
 - Retranqueo: 0.35 m
 - Protección solar: ...
- Cerramiento horizontal en contacto con el aire exterior:** Cubiertas planas o suelos en contacto con el exterior.
 - Composición tipo "cerramiento horizontal": Cerramiento_Horiz1
- Cerramiento o partición interior geoméricamente singular:** Cubiertas inclinadas, hastiales, fachadas o particiones interiores inclinadas, etc.
 - Composición tipo "cerramiento singular": Ninguno
- Medianería:**
 - Composición tipo "medianería": Ninguno
- Suelo en contacto con el terreno:**
 - Composición tipo "suelo en contacto con el terreno": Cerramiento_Horiz2
 - ☐ Aislamiento perimetral
 - D: 0.0 m
 - Ra: 0.0 mK/W
- Muro en contacto con el terreno:**
 - Composición tipo "muro en contacto con el terreno": Ninguno
- Partición interior horizontal:**
 - Composición tipo "partición interior horizontal": Ninguno
- Partición interior vertical:**
 - Composición tipo "partición interior vertical": Cerramiento_Int4


An 'Aceptar' button is located at the bottom right of the form.

Figura 5.7 Formulario de opciones en la pestaña *Construcción*

El botón con los puntos suspensivos en la región de los huecos permite definir los obstáculos de fachada por defecto para los huecos que se vayan creando, sin más que especificar sus dimensiones. En nuestro caso no existen protecciones solares en las ventanas.

La pestaña de los puentes térmicos se deja con sus valores por defecto.

5. Definición de la geometría 3D del edificio. El proceso de definición geométrica se realizará sucesivamente planta por planta y de abajo a arriba repitiendo los siguientes pasos:

5.1. Si se dispone de planos, cargar el archivo de la planta .DXF o .BMP a la cota correspondiente (icono *Gestión de planos*) . Los planos que se necesitan son las vistas en planta de las distintas plantas del edificio. Si el edificio tiene más de una planta, los planos deben obtenerse todos a la misma escala, y para facilitar el trabajo posterior, se debe identificar un punto de los planos que coincida verticalmente en todas las plantas del edificio.

Los planos del edificio se cargan en formato .DXF. En primer lugar, se carga el plano de distribución de la planta baja a cota 0 (Figura 5.8). Para hacer que coincida verticalmente con los planos que se cargarán posteriormente se define un punto de referencia y se sitúa en el origen. A continuación, al cargar el siguiente plano, se define de nuevo otro punto de referencia y se le dan las mismas coordenadas que el anterior, con lo que el programa situará el siguiente plano en la misma posición.

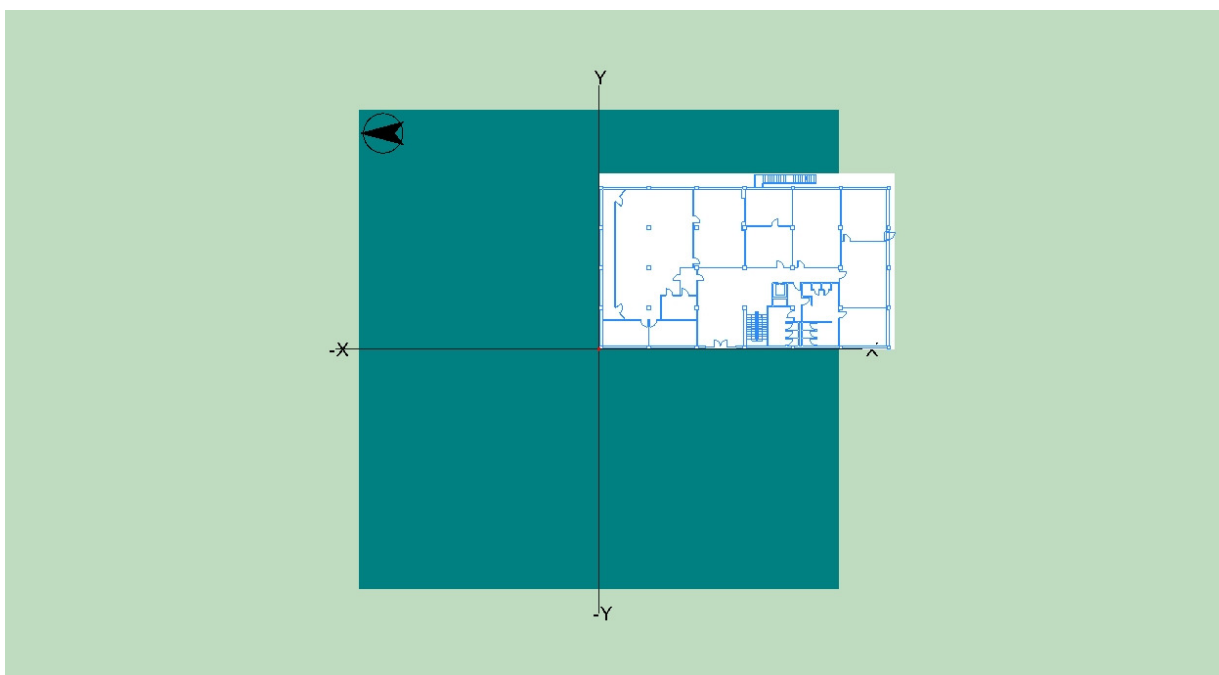

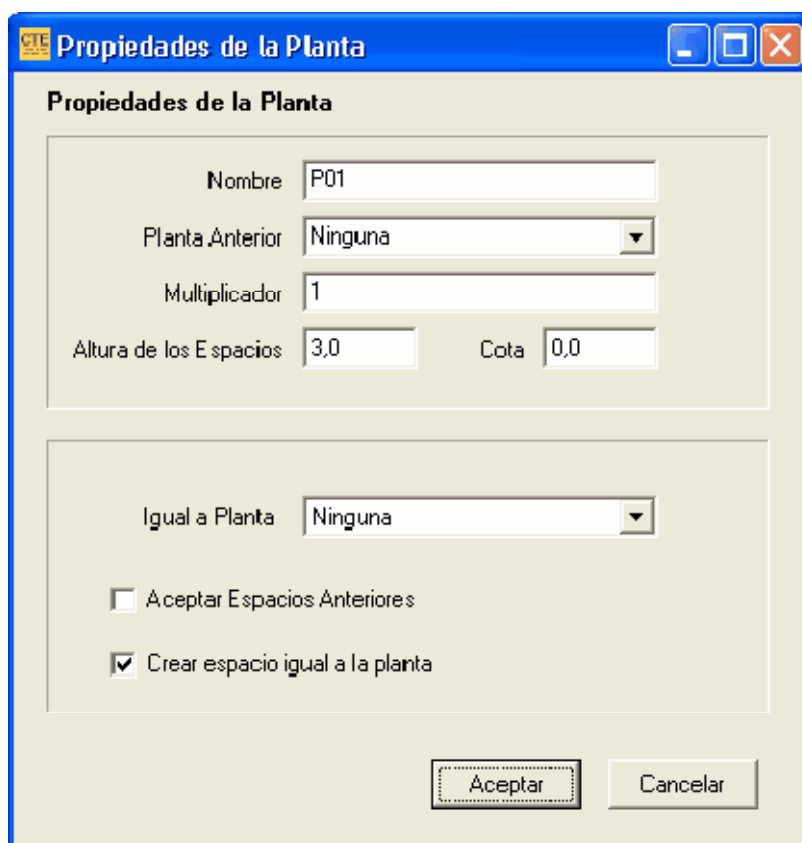


Figura 5.8 Plano de distribución de la planta baja cargado en el programa

- 5.2. Crear la planta especificando su cota, y su relación con las plantas anteriores. Definir el polígono de la planta (*Crear planta*) . Las plantas se definen como contenedores de espacios, con el único propósito de agrupar todos los espacios físicamente situados en la misma planta del edificio. Principalmente, facilitan la definición geométrica de los espacios. (Figura 5.9)



Propiedades de la Planta

Nombre: P01

Planta Anterior: Ninguna

Multiplicador: 1

Altura de los Espacios: 3,0 Cota: 0,0

Igual a Planta: Ninguna

☐ Aceptar Espacios Anteriores

☒ Crear espacio igual a la planta

Aceptar Cancelar

Figura 5.9 Ventana de propiedades de la nueva planta

Se crea la planta “P01”, que corresponde a la planta baja, fijando la altura de los espacios y la cota. (Área de color azul en la Figura 5.10)

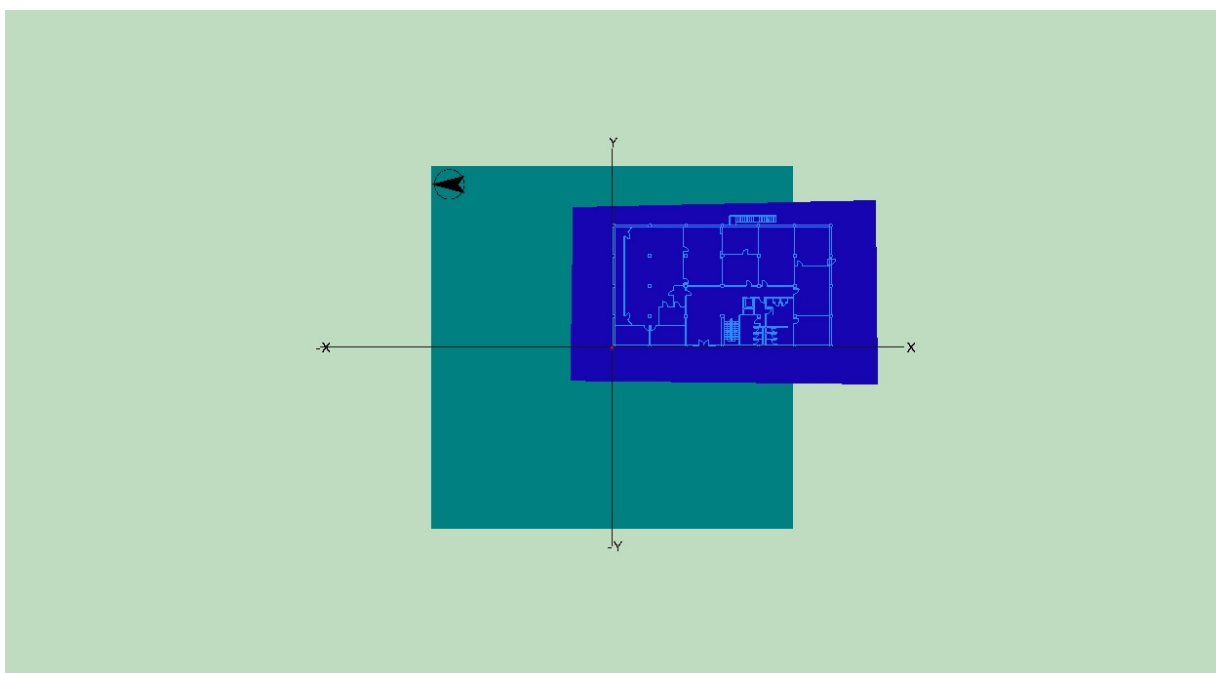







Figura 5.10 Definición de la planta “P01”

- 5.3. Definir los espacios mediante la orden *Crear espacio* , ayudado si es preciso de líneas auxiliares (*Línea auxiliar 2D*) o bien mediante la orden *Dividir espacios*. Al pulsar el botón de crear espacio, automáticamente se pulsa el botón , con lo que se van definiendo los vértices que forman el espacio en sentido contrario a las agujas del reloj y al llegar al último se seleccionará la opción *Fin*. De esta forma, se crean los espacios de todas las plantas del edificio, obteniéndose 21 espacios en la planta baja, 24 en la planta alta y 7 en la cubierta.
- 5.4. Modificar las condiciones de operación de aquellos espacios cuyas características sean diferentes a las definidas por defecto. En la ventana de edición de cada espacio se define el tipo: acondicionado, no acondicionado o no habitable; y se modifica cualquier propiedad que sea diferente al valor por defecto definido en el formulario *Descripción*. Además, en el caso de los espacios no habitables, el tipo de uso viene dado por los niveles de ventilación normalizados para desvanes y vacíos sanitarios, con lo que se podrá elegir entre 5 niveles de estanqueidad (CTE-HE1, Anexo 8, tabla E.8).

- 5.5. Definir las particiones horizontales y/o suelos mediante la orden *Crear forjados automáticos*  o bien *Crear forjados* . En nuestro edificio se crean mediante la primera opción.
- 5.6. Levantar automáticamente los cerramientos y particiones interiores verticales (*Crear muro*)  y si alguno de ellos no fuera un cerramiento en contacto con el aire exterior (medianería, cerramiento en contacto con el terreno, etc.) o se tratara de un muro Trombe, editar y modificar el tipo de muro en la visualización de la geometría. Una vez creados los cerramientos y particiones interiores verticales, la planta baja del edificio queda de la siguiente forma:

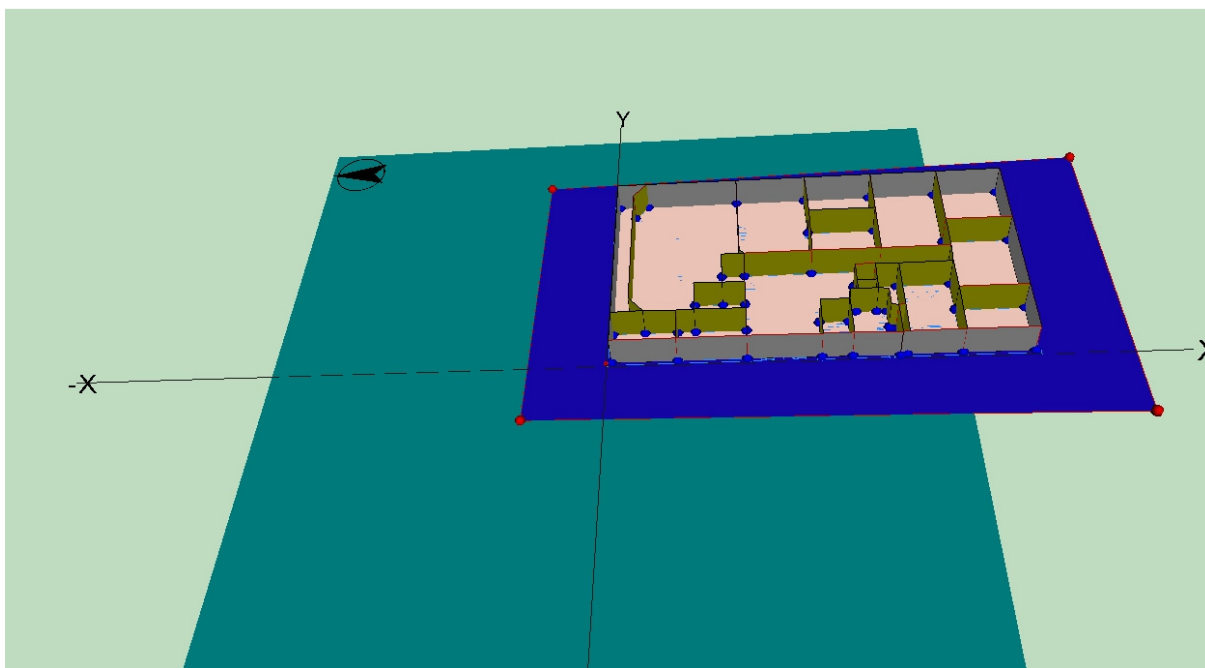



Figura 5.11 Cerramientos y particiones interiores en la planta baja

- 5.7. Definir los huecos (*Crear hueco*) de los cerramientos, asegurándose de que se encuentra en la "planta actual" correspondiente. La definición de ventanas y puertas, en cerramientos convencionales, generados automáticamente, se realiza utilizando el

botón . De esta forma, se insertan las ventanas con las dimensiones correspondientes en el edificio. (Figura 5.12)

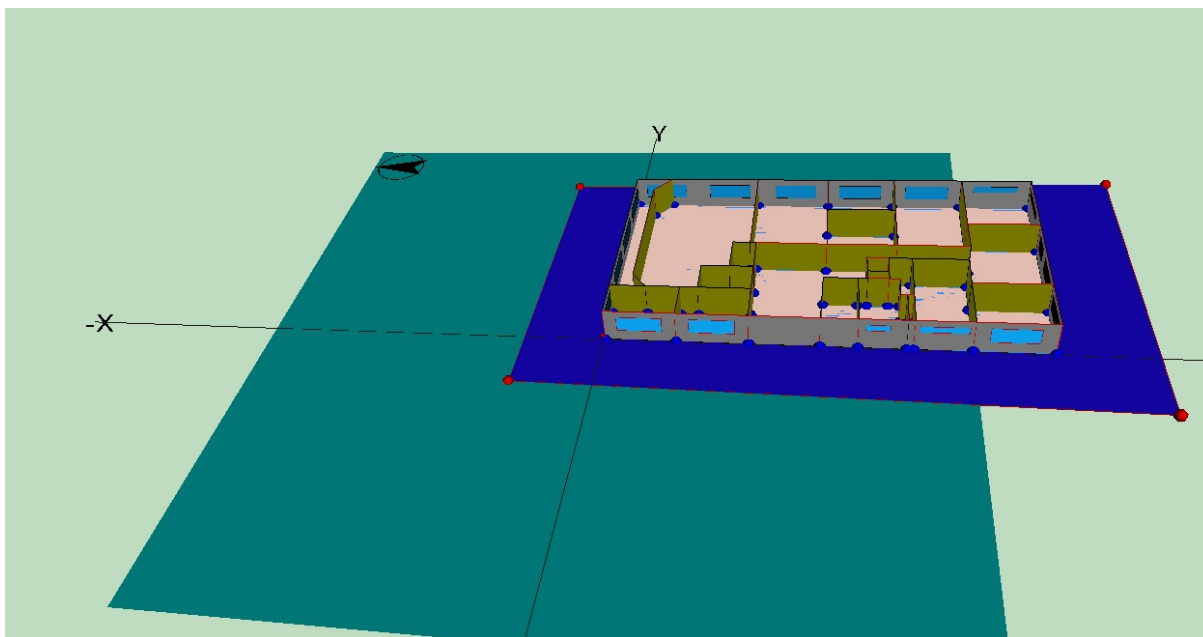


Figura 5.12 Planta “P01” acabada

- 5.8. Definir las cubiertas planas (con la orden *Crear forjados*) o inclinadas (*Crear cerramiento singular*), en su caso.

Repitiendo estos pasos para la planta alta y la cubierta del edificio se obtiene la siguiente imagen del edificio completo (Figura 5.13):

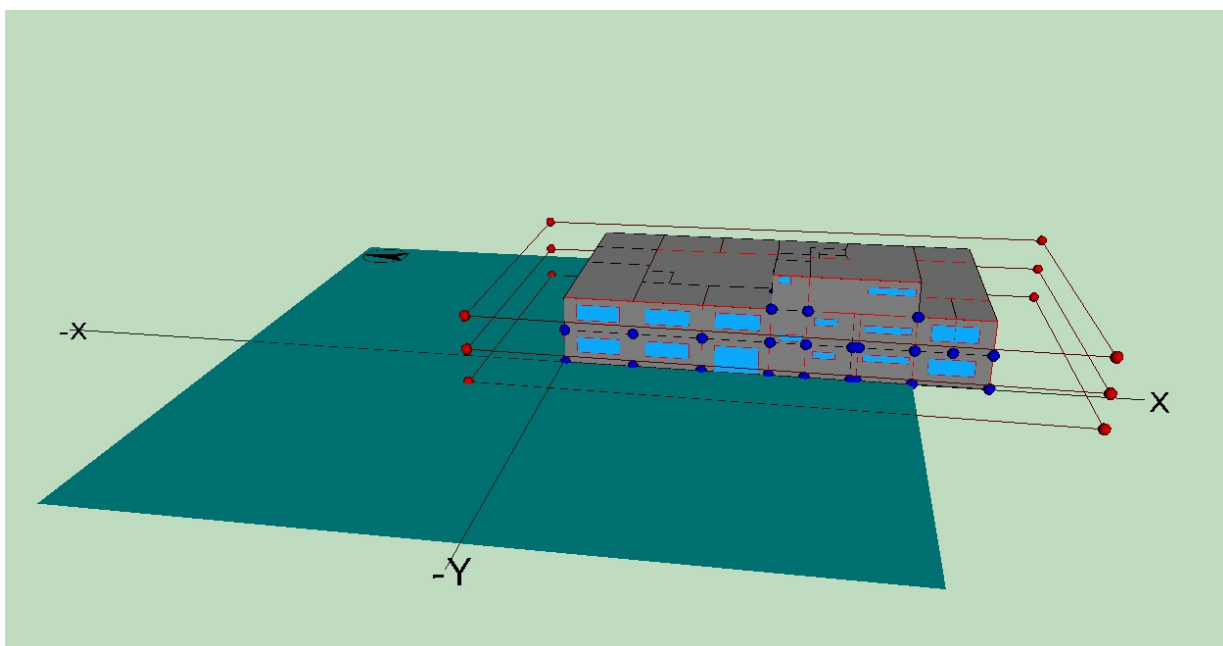



Figura 5.13 Vista del edificio completo

6. En el caso de que existan **obstáculos** que generen sombras sobre el edificio (por ejemplo, otros edificios existentes) introducirlos mediante la orden Crear sombra. Si existen elementos de sombra del propio edificio, (aleros, salientes no pertenecientes a ningún espacio, etc.) definirlos como Elementos singulares. El edificio de almacén y el de oficinas están distanciados 14 m, por lo que éste proyecta una sombra sobre él. Esta sombra se introducirá mediante CALENER, una vez que se exporten los datos al mismo.
7. **Exportación a CALENER.** Una vez que se han introducido todos los datos del edificio se procede a la exportación del mismo a la aplicación informática CALENER mediante la cual se simulará el escenario de referencia o situación de partida del estudio. La exportación de los datos de la definición geométrica y constructiva del edificio la realiza el programa LIDER de manera automática, sin más que pulsar 

5.2.2.2 Simulación del edificio mediante la herramienta CALENER_GT

Una vez exportado el edificio de LIDER a CALENER, se procede al estudio del consumo energético del binomio edificio – sistemas de climatización para el caso de referencia.



Figura 5.14 Inicio del programa CALENER_GT

El CALENER es un entorno de aplicaciones y documentos informáticos destinado a la calificación energética de edificios. Esta aplicación proporciona como resultado final:

- Una calificación energética.
- Un documento administrativo consistente en:
 - Una descripción de las características energéticas del edificio.

- Una relación de la eficiencia energética de los componentes, subsistemas y sistemas del edificio.

En este caso, el uso de CALENER no se limitará al de una herramienta de calificación energética sino que servirá para profundizar en el estudio del consumo energético del edificio, lo que permitirá estimar el efecto que, a posteriori, la aplicación de distintas medidas de ahorro energético tendrá en dicho consumo energético (en términos tanto de energía primaria como de energía final y emisiones de CO₂).

La importación de los datos de LIDER proporciona la mayor parte de los datos de la epidermis del edificio: polígonos, conjunto de capas, cerramientos, plantas, espacios, etc., pero la aplicación CALENER_GT requiere muchos más datos de entrada que el programa LIDER. Para poder obtener la calificación energética del edificio será necesario introducir en el programa no sólo los datos constructivos y de geometría de la estructura, sino los datos de los sistemas que contiene el inmueble. Además, será necesario revisar datos relativos a la ocupación e iluminación de los espacios y a la localización de los cerramientos.

Los árboles utilizados en CALENER-GT, que pueden verse en la Barra de Navegación (Figura 5.15), son los siguientes:

- *Componentes.*- Objetos de carácter general que serán referenciados por otros objetos.
- *Geometría.*- Conjunto de objetos que definen la epidermis del edificio.
- *Subsistemas primarios.* - Objetos relativos a los subsistemas primarios.
- *Subsistemas secundarios.*- Objetos relativos a los subsistemas secundarios.

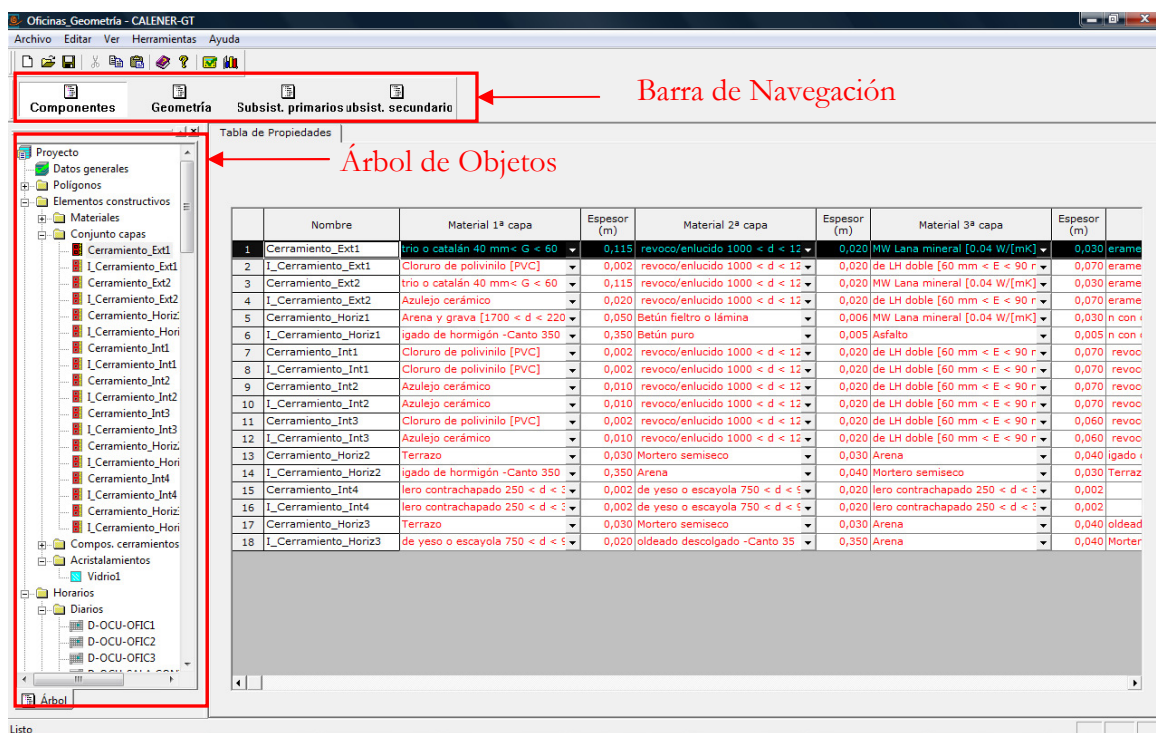


Figura 5.15 Pantalla principal de CALENER_GT

El árbol de *Componentes* muestra diversos objetos clasificados en carpetas que serán utilizados mediante referencias por otros objetos del proyecto. Así por ejemplo, el *polígono* es un componente que será referenciado por los objetos *planta* y *espacio* para definir la geometría del edificio. Los *materiales*, *conjunto de capas* y *composición de cerramientos* se referencian unos a otros para la definición de los cerramientos. Otros componentes de gran importancia y que afectan tanto a epidermis como a sistemas son los *horarios*. Los horarios son los perfiles de variación de una magnitud con el tiempo y son referenciados por las propiedades que definen la magnitud que varía, también aparecen los *combustibles* que serán referenciadas por los equipos que consuman combustible para su funcionamiento.

Por último, se pueden consultar y modificar las curvas que se utilizan para modificar el comportamiento de algunas variables, como por ejemplo el COP de una bomba de calor en función de las temperaturas de operación.

En el árbol *Geometría* se encuentran los objetos que constituyen la epidermis del edificio (carpeta Edificio) y los obstáculos remotos (normalmente otros edificios) que arrojan sombra sobre

nuestro edificio (carpeta Elementos sombreado). Para la definición de la epidermis del edificio, la estructura arbórea parte de los objetos *planta*, que contienen un conjunto de objetos *espacio*. Los espacios, a su vez, contienen un conjunto de objetos *cerramiento* (exteriores, interiores o enterrados), que a su vez pueden contener un conjunto de objetos *ventana* y/o *puerta*.

Los subsistemas primarios (*plantas enfriadoras, calderas, torres de enfriamiento, etc.*) son todos los equipos encargados de la producción de energía calorífica y frigorífica así como de su transporte y distribución a los equipos consumidores centrales. Se muestran en el árbol de *Subsistemas primarios*. En este árbol existe una carpeta por cada uno de los objetos que los constituyen: *bombas, circuitos hidráulicos, plantas enfriadoras, calderas, calderas ACS, sistemas de condensación, acumuladores, intercambiadores de torre, equipos de cogeneración, condensación agua perdida, subsistemas secundario, zonas, Fraccionamiento de carga y Gestión de la demanda*. El objeto fundamental del árbol de subsistemas primarios es el *circuito hidráulico*, ya que es el que relaciona mediante referencias cruzadas a los demás objetos de este árbol. Dichas relaciones por referencia se muestran en el árbol.

En el árbol de *Subsistemas secundarios* aparecen todos los sistemas de tratamiento de aire, tanto los conectados a equipos primarios a través de circuitos, como aquellos que trabajan de forma autónoma e independiente a equipos primarios (equipos autónomos). Cada uno de los subsistemas abastece a un conjunto determinado de zonas térmicas que aparecen conectadas a él en el árbol. Las zonas conectadas a un subsistema no son sólo aquellas en las que se intenta mantener confort (zonas acondicionadas), sino que los plenums de retorno (zonas plenum) y las zonas no acondicionadas deben también conectarse a un subsistema, es decir, toda zona (objeto hijo) debe pertenecer a un subsistema secundario (objeto padre).

A continuación se procede a la descripción de cada uno de los pasos seguidos para la introducción de los datos necesarios para la simulación en CALENER:

1. Selección del tipo de edificio. Al cargar el edificio han de revisarse, en primer lugar, los datos generales del proyecto en la pestaña *Componentes*.

- Zonificación climática: localidad y zona
- Tipo de edificio
- Clase por defecto de los espacios habilitados (tipo de uso, condiciones higrométricas, número de renovaciones-hora requerido)
- Datos del proyecto
- Datos del autor

Una vez que se ha comprobado que los datos del proyecto son correctos, se identifican cada uno de los espacios mediante su nombre para evitar cualquier error posterior.

2. Definición de los perfiles horarios de uso del edificio de acuerdo al calendario laboral del año en curso. Se crean, en primer lugar, los horarios diarios de ocupación, equipos, infiltraciones e iluminación, después los semanales que estarán vinculados a estos horarios diarios, y por último, los anuales, compuestos por los horarios semanales, todos ellos de tipo fracción. Estos horarios quedaron definidos en el apartado 5.2.1.3. *Horarios de funcionamiento*. Los equipos a los que se hace referencia en estos horarios, son aquellos que van a formar parte de la carga térmica del espacio, como ordenadores, impresoras, cafeteras, etc. pero no los equipos de climatización, para los cuales será necesario crear unos horarios adicionales relacionados con su funcionamiento:

- “ANUAL_VENT”: de tipo *Todo/nada* que tendrá en cuenta el funcionamiento de los ventiladores de los distintos sistemas de climatización en función de la ocupación del edificio.

- “ANUAL_REFRIGERACION”: tipo *Todo/nada* que se refiere a la disponibilidad de la refrigeración de los sistemas, en este caso sólo en los meses de verano (mayo, junio, julio, agosto y septiembre).
- “ANUAL_CALEFACCION”: igual que el anterior pero teniendo en cuenta la disponibilidad de la calefacción, que será sólo en los meses de invierno (resto de los meses).
- “ANUAL_CONS REFRIG” y “ANUAL_CONS CALEF”: ambos tipo *Temperatura* para establecer las temperaturas de consigna de cada zona, es decir, las consignas ajustadas por los usuarios en los termostatos de cada oficina o local:
 - Tª Consigna refrigeración: 20° C
 - Tª Consigna calefacción: 24° C

3. Definición de sombras proyectadas por edificios adyacentes. Como ya se ha comentado previamente, el edificio de almacén proyecta una sombra sobre el edificio de oficinas, que será definida mediante el objeto “Elemento Sombreamiento” de la pestaña *Geometría*. Se debe especificar la posición, tamaño y orientación de aquellos obstáculos lejanos que sin formar parte del edificio proyectan sombras sobre éste. Se definen como superficies rectangulares colocadas en el espacio respecto al sistema de coordenadas global. El programa calcula el sombreamiento de radiación solar directa y difusa.

Los elementos de sombreamiento se sitúan en el sistema de coordenadas global asignándole valores a las propiedades X, Y, Z, AZIMUT e INCLINACION en el objeto “Elemento Sombreamiento”. Las propiedades X, Y y Z son las coordenadas (en el sistema global) de la esquina inferior izquierda del elemento de sombreamiento, si ésta se mira de frente. Se supone que la normal exterior del elemento de sombreamiento está orientada hacia el edificio. La propiedad AZIMUT define el ángulo formado entre el eje “Y” (norte) del sistema de coordenadas global y la proyección sobre un plano horizontal de la normal exterior a la

superficie de sombra y la propiedad INCLINACIÓN define el ángulo formado entre la vertical y la normal exterior a la superficie de la sombra.

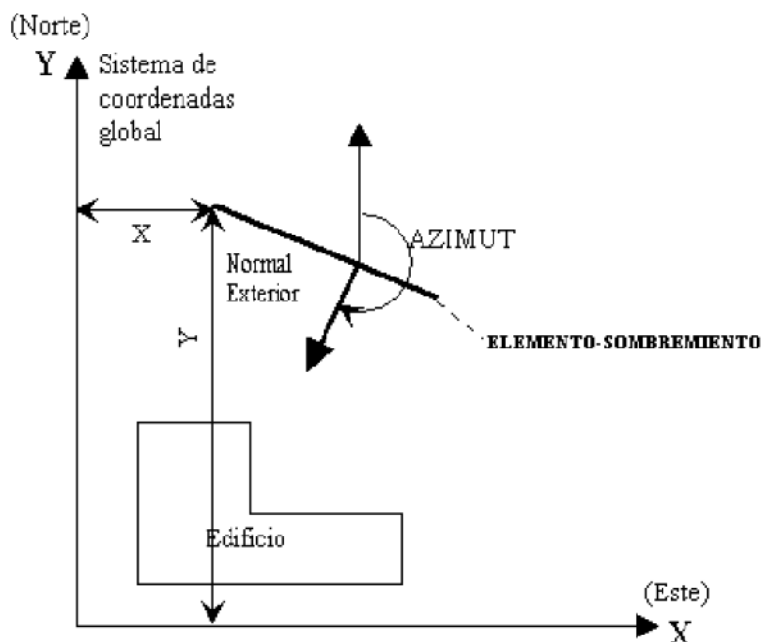


Figura 5.16 Localización de un elemento - sombreado
respecto al sistema de coordenadas global

Siguiendo las pautas anteriores, los datos del elemento de sombreado definido son los siguientes:

Nombre	Altura (m)	Anchura (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)	Azimet (°)	Inclinación (°)
Elemento Sombreamiento 1	9,43	35,28	34,40	0	0	-90	90

Tabla 5.40 Propiedades de la sombra proyectada sobre el edificio de oficinas

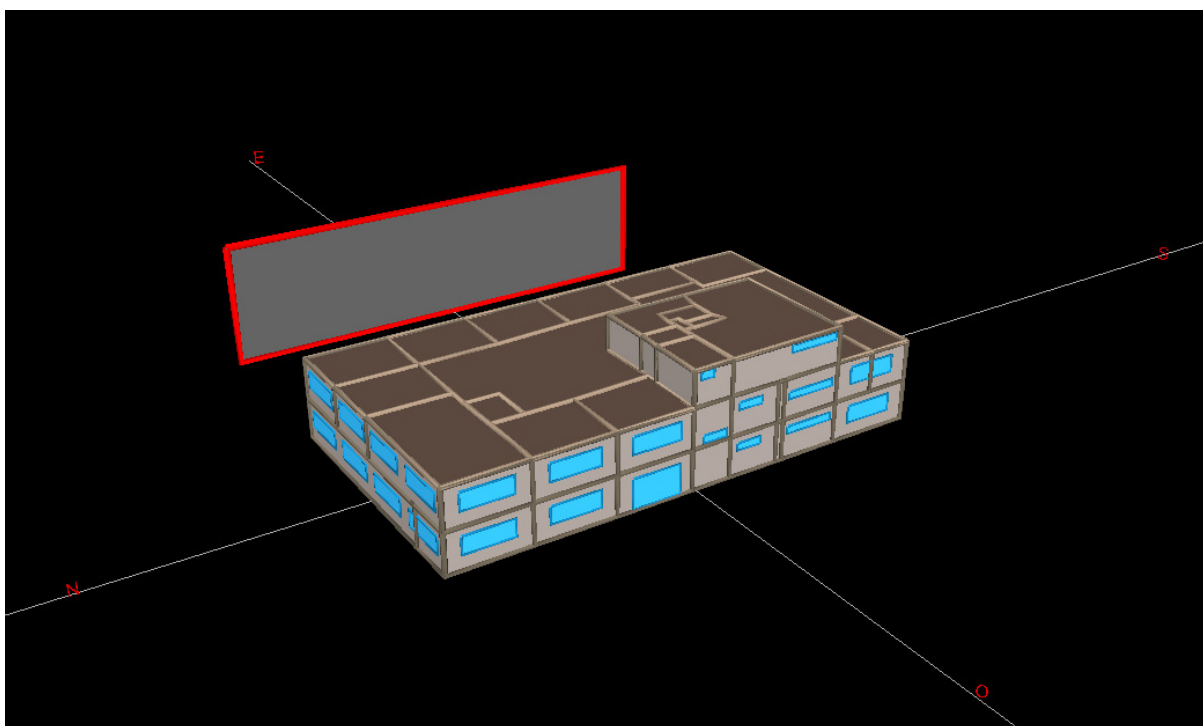


Figura 5.17 Vista del edificio en CALENER_GT

4. **Introducción de las cargas de los espacios en la pestaña *Geometría*.** En cuanto a ocupación, es necesario introducir el perfil horario de ocupación definido previamente en el paso 2 y el área por ocupante (m^2). Para los equipos se introduce el horario de funcionamiento de los equipos de las oficinas y la potencia por unidad de área (W/m^2), datos obtenidos mediante el inventario realizado en cada una de las plantas (Ver apartado 5.2.1.4. *Inventario de equipos e iluminación*) y por último, para las infiltraciones se introduce el horario y el número de renovaciones - hora consideradas en cada espacio. Los parámetros a introducir en el caso de la iluminación se detallarán en el apartado siguiente. Los datos introducidos en CALENER por planta del edificio se resumen en las tablas 5.41, 5.42 y 5.43.

PLANTA BAJA

Espacios	Nombre	Ocupación	Área (m ²)	Área/ocup (m ²)	Pot ilum /Área (w/m ²)	Pot equip/Área (w/m ²)
P01_E01	Supervivencia	4	21,41	5,35	6,73	46,71
P01_E02	Comunicaciones	0	21,26	21,26	6,77	269,14
P01_E03	Jefe de Turno	1	13,61	13,61	10,58	49,67
P01_E04	Entrada S.C.	0	7,15	7,15	20,14	0,00
P01_E05	Pasillo	0	32,66	32,66	17,64	33,74
P01_E06	Sala de Control	2	140,99	70,50	10,21	70,59
P01_E07	Sala DCS	0	66,02	66,02	8,72	240,25
P01_E08	Gestión Técnica	4	31,42	7,86	13,75	62,79
P01_E09	Jefe de GT	1	28,44	28,44	5,06	8,79
P01_E10	Archivo	0	60,55	60,55	11,89	6,61
P01_E11	Comité Empresa	0	40,73	40,73	14,14	0,00
P01_E12	Formación	2	50,94	25,47	5,65	0,00
P01_E13	Vestuarios	0	31,44	31,44	7,38	0,00
P01_E14	Aseos Hombres	0	37,24	37,24	9,34	60,42
P01_E16	Aseos Mujeres	0	19,38	19,38	5,99	116,10
P01_E17	Pasillo Aseos	0	7,67	7,67	9,39	0,00
P01_E20	Escaleras	0	15,53	15,53	4,64	0,00
P01_E21	Hall	0	91,71	91,71	7,07	3,27

Tabla 5.41 Cargas de los espacios de la planta baja

PLANTA ALTA

Espacios	Nombre	Ocupación	Área (m ²)	Área/ocup (m ²)	Pot Ilum/Área (W/m ²)	Pot equip/Área (W/m ²)
P02_E01	Sala Reuniones	6	60,63	10,11	7,13	8,02
P02_E02	Jefe Servicio Qco	1	30,54	30,54	7,07	9,23
P02_E03	Fotocopiadoras	0	8,14	8,14	8,85	339,31
P02_E04	J.C. (Reuniones)	6	29,82	4,97	9,66	2,68
P02_E05	Jefe de Central	1	30,49	30,49	4,72	18,20
P02_E06	Jefe de Operación	1	30,8	30,80	9,35	8,12
P02_E07	Soporte Operación	1	29,64	29,64	9,72	8,43
P02_E08	Cafetería	8	28,44	3,56	10,13	117,53
P02_E09	Reuniones Manto.	5	21,86	4,37	6,59	0,00
P02_E10	Jefe de Manto.	1	27,37	27,37	5,26	10,30
P02_E11	Mantenimiento	5	111,71	22,34	9,67	26,86
P02_E12	Ing. Siemens	0	16,05	16,05	8,97	0,00
P02_E13	Ing. Residente	1	15,4	15,40	9,35	60,71
P02_E14	Aseos Hombres	0	23,42	23,42	19,81	96,07
P02_E16	Archivo	0	10,54	10,54	11,01	28,46
P02_E18	Pasillo Aseos	0	7,67	7,67	15,12	0,00
P02_E19	Aseos Mujeres	0	19,38	19,38	11,97	178,02
P02_E22	Escaleras	0	15,53	15,53	4,64	0,00
P02_E23	Jefe de Admon.	0	30,2	30,20	7,15	0,00
P02_E24	Administrativos	8	167,29	20,91	8,18	12,37

Tabla 5.42 Cargas de los espacios de la planta alta

CASETÓN CUBIERTA

Espacios	Nombre	Ocupación	Área (m ²)	Área/ocup (m ²)	Pot Ilum/Área (W/m ²)
P03_E01	Escaleras	0	12,42	12,42	5,80
P03_E02	Entrada	0	5,46	5,46	13,19
P03_E06	Sala Máquinas	0	74,98	74,98	7,74
P03_E07	Pasillo salida	0	16,98	16,98	13,66

Tabla 5.43 Cargas de los espacios de la cubierta

En el caso de los espacios en los que la ocupación sea nula, en la columna de área por ocupante se introduce el área del espacio únicamente y cuando se trate de espacios no habitables, al no existir equipos ni luminarias, se dejan a cero las columnas correspondientes. Esto se aplica también a los espacios de la cubierta por tratarse de zonas en las que no existe una ocupación permanente.

- 5. Definición del sistema de iluminación.** Como ya se ha descrito en el paso anterior, la ocupación, iluminación y equipos condicionarán, en gran medida, la carga interna de los distintos espacios. En los tres casos es fundamental la definición de la potencia a considerar para cada uno de ellos, pero, para la iluminación otras variables deben ser definidas. Por ello, se le dedica este apartado.

Los sistemas de iluminación artificial son importantes por tres razones:

- Son uno de los mayores consumidores de energía eléctrica en los edificios.
- Producen calor que se añade a la carga de refrigeración o se resta de la carga de calefacción.
- Producen iluminación.

En CALENER-GT sólo se puede especificar un tipo de iluminación artificial: luminarias de techo. Existen cinco tipos diferentes de luminarias de techo (Figura 5.18):

- *Fluorescente no ventilada*
- *Fluorescente con retorno*: permite la salida del aire de retorno a través de la luminaria.
- *Fluorescente con impulsión/retorno*: permite la salida del aire de retorno y la entrada del aire de impulsión a través de la luminaria.
- *Incandescente*
- *Otras*

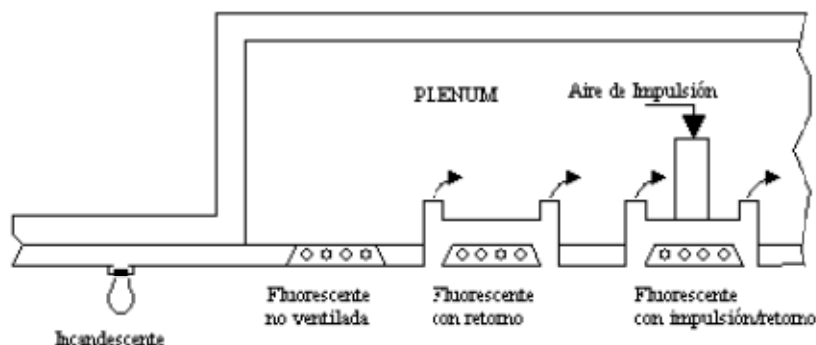


Figura 5.18 Tipos de luminarias recogidas en el programa

Los parámetros que deben especificarse son la potencia instalada de iluminación por unidad de superficie, W/m^2 (ya especificada en el apartado anterior en las Tablas 5.41, 5.42 y 5.43), el perfil horario de uso, el Valor de Eficiencia Energética de la Instalación del edificio objeto (VEEI) y el VEEI del edificio de referencia, es decir, el máximo permitido para este espacio por el CTE-HE3.

Según el CTE, la eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI (W/m^2) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m} \quad (5.1.)$$

siendo

P la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W];

S la superficie iluminada [m^2];

E_m la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

Este índice nos ayuda a evaluar el proyecto de iluminación energéticamente, ya que al calcular la potencia total instalada por m^2 , en función del nivel de iluminación que se desea conseguir, tiene en cuenta tanto la eficacia de las lámparas, como las pérdidas de los equipos empleados

para el funcionamiento de las mismas, en el caso que sean necesarios, así como el factor de utilización de la luminaria elegida y no solo su rendimiento. Cuanto más eficiente sea el conjunto menor será el índice de eficiencia energética.

Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los dos grupos siguientes:

- a. Grupo 1:** Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;
- b. Grupo 2:** Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la siguiente tabla. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas, que no deberán ajustarse a los límites del VEEI indicados en la tabla.

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico ⁽⁴⁾	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios ⁽²⁾	4,0
	habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
	zonas comunes ⁽¹⁾	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos ⁽⁵⁾	5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte ⁽⁶⁾	6
	supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁹⁾	8
	hostelería y restauración ⁽⁸⁾	10
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁷⁾	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes ⁽¹⁾	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12

⁽¹⁾ Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.

⁽²⁾ Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

⁽³⁾ Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.

⁽⁴⁾ Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escaner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

⁽⁵⁾ Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluye las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Los graderíos serán asimilables a zonas comunes del grupo 1

⁽⁶⁾ Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de consigna, etc.

⁽⁷⁾ Incluye la instalación de iluminación general y de acento. En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.

⁽⁸⁾ Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, auto-servicio o buffet, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.

⁽⁹⁾ Incluye la instalación de iluminación general y de acento de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.

Tabla 5.44 Valores límite de eficiencia energética de la instalación

Según la ecuación (5.1.), para determinar el VEEI de cada zona es necesario calcular previamente la iluminancia media horizontal mantenida E_m .

La **iluminancia media horizontal mantenida E_m** es el valor de la iluminancia media mínima en el recinto, en el periodo en el que debe ser realizado el mantenimiento. Se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$E_m = \frac{N \times \phi_T \times \eta_u \times \eta_m}{S} \quad (5.2.)$$

Donde

N : número de luminarias en cada oficina.

ϕ_T : flujo luminoso total de las lámparas, que es igual al número de lámparas por luminaria por el flujo luminoso de cada una de ellas (lm)

$$\phi_T = n \cdot \phi_L \quad (5.3.)$$

η_u : factor de utilización de una instalación de iluminación y se define como el cociente entre el flujo luminoso que llega al plano de trabajo (flujo útil) por el flujo luminoso del conjunto de luminarias de la instalación.

$$\eta_u = \frac{\phi_{\text{útil}}}{\phi_{\text{lámparas}}} \quad (5.4.)$$

El valor del factor de utilización depende de varias variables, como son la eficiencia de la luminaria, su distribución luminosa, la altura de la instalación, la superficie de la zona a iluminar y la reflectancia de paredes, techo y suelo. Cada fabricante elabora sus propias tablas de factores de utilización. También se le conoce como coeficiente de utilización.

η_m : factor de mantenimiento. Las características luminosas de una instalación disminuyen por dos razones, la pérdida de flujo luminoso de la lámpara debida a su envejecimiento natural o por la suciedad depositada sobre ella y por la pérdida de reflexión del reflector de las luminarias o de transmisión del difusor, debido asimismo a la suciedad.

Los valores del factor de mantenimiento oscilan entre 0,5 y 0,8 correspondiendo el valor más elevado a instalaciones situadas en locales limpios. También se le conoce como coeficiente de conservación.

S : superficie del local (m^2)

El procedimiento que se ha seguido para el cálculo de la iluminancia media mantenida en cada uno de los espacios es el siguiente:

- Se determina el **índice del local (k)** a partir de la geometría de éste. En el caso del método europeo se calcula como:

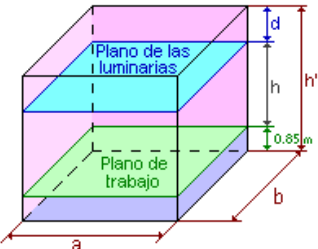
	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0,85) \cdot (a + b)}$

Tabla 5.45 Cálculo del índice del local

Previamente, debemos determinar la **altura de suspensión de las luminarias “h”** mediante las siguientes expresiones:

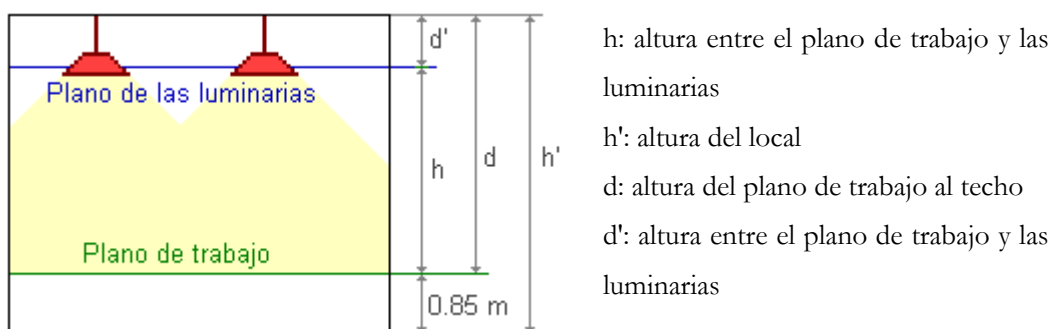


Figura 5.19 Plano de las luminarias

	Altura de las luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posible
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0,85)$
	Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0,85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0,85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0,85)$

Tabla 5.46 Cálculo de la altura de las luminarias

En el edificio en cuestión no es necesario calcular la altura de las luminarias, ya que se conoce la altura de los locales:

$$h' = 3,60 \text{ m} \longrightarrow d = 3,60 - 0,85 = 2,75 \text{ m}$$

$$\text{Como } d' = 0,60 \text{ m} \longrightarrow h = d - d' = 2,75 - 0,60 = 2,15 \text{ m} \longrightarrow \boxed{h = 2,15 \text{ m}}$$

Conociendo las dimensiones de cada uno de los locales (a y b) y la altura de las luminarias, se determina el índice del local mediante la ecuación que corresponde a

iluminación directa en la tabla 5.45. Los valores obtenidos para cada oficina o local pueden verse en el Anexo IV.

- b) Se determinan los **coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo**. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. (Tabla 5.47)

	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	claro	0,5
	medio	0,3
Paredes	claro	0,5
	medio	0,3
	oscuro	0,1
Suelo	claro	0,3
	oscuro	0,1

Tabla 5.47 Factores de reflexión en función del color
del techo, paredes y suelo

Los valores obtenidos para las distintas oficinas pueden observarse en el Anexo 1.

- c) Determinar el **factor de utilización** (η_u) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de utilización en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. A cada valor del índice del local le corresponde una letra según la tabla 5.48.

Letra	Índice del local (k)
J	$k < 0,7$
I	$0,7 \leq k < 0,9$
H	$0,9 \leq k < 1,1$
G	$1,1 \leq k < 1,4$
F	$1,4 \leq k < 1,8$
E	$1,8 \leq k < 2,3$
D	$2,3 \leq k < 2,8$
C	$2,8 \leq k < 3,5$
B	$3,5 \leq k < 4,5$
A	$k > 4,5$

Tabla 5.48 Índice del local

A partir de los factores de reflexión, el tipo de luminaria y la letra obtenida para el índice del local entramos en la tabla y obtenemos el factor de utilización.

Fuente de luz Sistema de alumbrado Distribución	Ref. techo (%) Ref. paredes (%) Índice de local	r/U			b/U			b/U			Factor de mantenimiento	
		50	30	10	50	30	10	50	30	10		
TUBOS FLUORESCENTES												
Tubo fluorescente estancor	J	0,30	0,25	0,22	0,29	0,25	0,22		0,25	0,21	Buena	U/rU
	I	0,30	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30		0,33	0,30		
	H	0,46	0,41	0,37	0,45	0,40	0,36		0,39	0,36		
	G	0,54	0,48	0,44	0,52	0,47	0,43		0,45	0,42		
	F	0,58	0,53	0,49	0,56	0,52	0,48		0,50	0,47	Medio	0,50
	E	0,65	0,60	0,56	0,62	0,58	0,54		0,56	0,53		
	D	0,70	0,66	0,61	0,66	0,63	0,60		0,60	0,58		
	C	0,73	0,69	0,66	0,70	0,66	0,63		0,63	0,61		
Montaje superficial (con pantalla)	B	0,77	0,73	0,70	0,73	0,70	0,68		0,67	0,65	Malo	0,50
	A	0,80	0,77	0,74	0,76	0,74	0,71		0,70	0,69		
	Tubo fluorescente estancor	J	0,24	0,19	0,15	0,23	0,19	0,15		0,18	0,15	Buena
I		0,31	0,26	0,22	0,29	0,25	0,21		0,23	0,20		
H		0,38	0,31	0,28	0,34	0,29	0,26		0,29	0,25		
G		0,42	0,36	0,32	0,39	0,34	0,30		0,33	0,29		
F		0,48	0,40	0,36	0,43	0,38	0,34		0,38	0,33	Medio	0,70
E		0,51	0,46	0,41	0,48	0,43	0,40		0,41	0,38		
D		0,54	0,50	0,46	0,51	0,47	0,44		0,44	0,41		
C		0,57	0,53	0,49	0,53	0,50	0,47		0,47	0,44		
Montaje superficial (con plafón)	B	0,60	0,57	0,53	0,57	0,54	0,51		0,50	0,48	Malo	0,35
	A	0,63	0,60	0,57	0,59	0,57	0,54		0,54	0,52		
	Tubo fluorescente estancor	J	0,27	0,21	0,17	0,27	0,21	0,17	0,22	0,20	0,17	Buena
I		0,35	0,30	0,24	0,35	0,30	0,24	0,34	0,28	0,24		
H		0,43	0,36	0,30	0,41	0,35	0,31	0,40	0,34	0,30		
G		0,49	0,42	0,37	0,49	0,42	0,36	0,46	0,40	0,36		
F		0,55	0,47	0,42	0,53	0,47	0,41	0,50	0,44	0,40	Medio	0,35
E		0,62	0,55	0,50	0,60	0,53	0,46	0,57	0,52	0,47		
D		0,67	0,61	0,56	0,66	0,60	0,55	0,62	0,57	0,52		
C		0,71	0,66	0,60	0,70	0,63	0,56	0,66	0,61	0,56		
Montaje superficial	B	0,76	0,71	0,66	0,74	0,69	0,65	0,69	0,65	0,62	Malo	0,55
	A	0,81	0,76	0,71	0,78	0,74	0,70	0,73	0,69	0,67		
	Tubo fluorescente estancor	J	0,27	0,22	0,20	0,26	0,22	0,19	0,25	0,22	0,19	Buena
I		0,33	0,29	0,26	0,33	0,29	0,25	0,32	0,28	0,25		
H		0,38	0,34	0,30	0,38	0,33	0,30	0,37	0,33	0,30		
G		0,43	0,38	0,35	0,42	0,38	0,34	0,41	0,38	0,34		
F		0,48	0,42	0,38	0,46	0,41	0,38	0,44	0,41	0,38	Medio	0,30
E		0,50	0,47	0,43	0,50	0,46	0,43	0,48	0,46	0,43		
D		0,53	0,50	0,47	0,53	0,49	0,47	0,51	0,48	0,46		
C		0,55	0,52	0,50	0,54	0,52	0,49	0,53	0,51	0,49		
Montaje empotrado	D	0,59	0,55	0,53	0,59	0,55	0,53	0,56	0,54	0,52	Malo	0,50
	A	0,60	0,57	0,56	0,59	0,57	0,55	0,57	0,56	0,54		

Tabla 5.49 Factor de utilización

- d) Determinar el **factor de mantenimiento** (η_m) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

FACTOR DE MANTENIMIENTO	
Ambiente	F. Mantenimiento (η_m)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Tabla 5.50 Valores del factor de mantenimiento
de la instalación

Se toma el valor de ambiente sucio para todas las oficinas.

- e) Con los valores obtenidos en los puntos anteriores, se calcula la iluminancia media horizontal mantenida (E_m) mediante la expresión (5.2). Los resultados quedan reflejados en el Anexo 1.

Una vez que se conoce la iluminancia media mantenida, se determina el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) mediante la ecuación (5.1), el cual no debe superar el VEEI límite marcado por el CTE-HE3 en la tabla 5.44. Los valores obtenidos se introducen en CALENER para cada una de las oficinas. (Ver *Anexo IV. Cálculos de Iluminación*)

6. Definición de los sistemas: el siguiente paso consiste en definir en CALENER los subsistemas, tanto primarios como secundarios, que existen en el edificio de acuerdo con el apartado 5.2.1.5. *Descripción de las instalaciones de climatización.*

- a) **Subsistemas primarios:** Como ya se ha mencionado los subsistemas primarios son todos los equipos encargados de la producción de energía calorífica y frigorífica así como de su transporte y distribución a los equipos consumidores centrales.

- Bombas: las bombas son los elementos que se deben crear en primer lugar. Los datos que se pueden especificar son el caudal (l/h), la altura (m.c.a.), la potencia en Kw, el número, el rendimiento del motor, el rendimiento mecánico y el tipo de control (velocidad constante, velocidad variable o dos velocidades).

Para el sistema de distribución y transporte de agua del edificio de oficinas existen dos tipos de bombas:

- **Bomba Frío:** para el transporte del agua fría existen dos bombas de rotor húmedo de marca Wilo modelo TOP-SD 65/13, una en funcionamiento y otra de reserva.
- **Bomba Calor:** en el caso del agua caliente, existen dos bombas estándar de rotor seco, también de marca Wilo y modelo DPL 80/115 (1 de reserva).

Las propiedades de ambas pueden verse a continuación:

Nombre bomba	Caudal (l/h)	Altura (m)	Potencia	Nº de bombas	Tipo de control	Rendimiento del motor (ratio)	Rendimiento mecánico (ratio)
Bomba Frío	38.200	12,8	2,19	1	Velocidad constante	0,80	0,77
Bomba Calor	25.900	9,0	1,04	1	Velocidad constante	0,80	0,77

Tabla 5.51 Propiedades de las bombas definidas en el edificio

- Circuitos hidráulicos: son elementos muy importantes pues todos los equipos se encuentran conectados a través de ellos. En CALENER_GT se pueden definir hasta siete tipos de circuitos: de agua caliente, de agua fría, de agua bruta, de condensación, de doble tubo, de bomba de calor en circuito cerrado y de agua caliente sanitaria. El tipo de circuito es un parámetro de obligada introducción. Además, se pueden indicar datos de subtipo (circuito primario o secundario), la bomba del circuito y datos de control.

Se han definido dos circuitos hidráulicos: de agua fría y de agua caliente, asociados a las bombas de frío y calor definidas previamente. En lo que respecta a los datos de control, CALENER_GT dispone de cuatro modos de operación; disponibilidad permanente, disponibilidad bajo demanda, disponibilidad en función de horario y cambio estacional por temperatura y tres modos para el control de la temperatura del agua; fijo, ley de correspondencia de temperatura exterior y en función de horario.

Nombre	Tipo	Subtipo	Modo de operación	Tipo de control T agua	T. consigna calor (°C)	T. consigna frío (°C)
Circuito Agua Fría	Agua Fría	Primario	Disp. demanda	Fijo	-	7,0
Circuito Agua Caliente	Agua Caliente	Primario	Disp. demanda	-	80,0	-

Tabla 5.52 Parámetros de los circuitos del edificio de oficinas

- Plantas enfriadoras: CALENER_GT permite elegir entre siete tipos de plantas enfriadoras: de compresor eléctrico (con o sin recuperador de calor), de absorción de simple etapa, de absorción de doble etapa, de absorción por llama directa, de motor de combustión interna y de bomba de calor (2T o 4T).

El sistema de producción de agua fría del edificio consta de una enfriadora de agua monobloque “RHOSS” de tipo eléctrico con recuperación de calor y condensada por aire. Se encuentra instalada en la azotea del edificio. Mediante la recuperación de calor se obtiene agua caliente para cubrir las necesidades de calefacción en el edificio. En este caso, al tratarse de una planta convencional de compresor eléctrico, los datos a introducir son la capacidad nominal de refrigeración en kW (según condiciones Eurovent) y el “*Energy Efficiency Ratio*” (EER) de la enfriadora que se define como el resultado de dividir la capacidad nominal de refrigeración (kW) por el consumo de electricidad del equipo (kW):

$$EER = \frac{P_{frigorifica} (kW)}{P_{consumida} (kW)} = \frac{149,8}{50,9} = 2,94 \quad (5.5.)$$

Por último, es necesario indicar las conexiones que involucran a la planta enfriadora, el salto de temperatura que experimenta el agua en el evaporador en condiciones nominales, que es de 5°C, el salto de temperatura experimentado por el agua del circuito de recuperación de calor (20°C) y la máxima temperatura a la que se puede recuperar calor del equipo (60°C). A continuación se muestran las características más importantes de la planta enfriadora:

Nombre	Tipo	Modelo	Capacidad nominal de refig.(kW)	EER (electricidad)	Temp. de consigna (°C)	Tipo de condensación
Planta enfriadora 1	Eléctrico con recup. de calor	TCAE 4140 - RC100	149,80	2,94	7	Por aire

Tabla 5.53 Propiedades de la planta enfriadora

- Calderas: son equipos generadores de energía térmica. CALENER_GT permite elegir entre caldera de combustible y caldera eléctrica. Las calderas de combustible pueden ser de cuatro tipos: convencional, de baja temperatura, de condensación o de biomasa. Además, dispone de seis tipos de combustibles: gas natural, gasóleo, fuel-oil, carbón, GLP y biomasa. En el edificio no existe ninguna caldera.
- Generador de ACS: se trata de equipos generadores de agua caliente sanitaria. Pueden ser de tres tipos: caldera de combustible, caldera eléctrica o bomba de calor. En este caso para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria necesaria para los aseos y vestuarios existen dos calentadores “Cointra”, cuyas características pueden verse en la tabla 5.54.

Nombre	Modelo	Capacidad nominal (l)	Pot. Nominal (W)	Pres. máx. (bares)
Calentador Cointra	TE 50 de esmalte vitrificado	50	1200	8

Tabla 5.54 Características de los calentadores existentes en los aseos y vestuarios

- Torres de refrigeración: Dado que los equipos son condensados por aire, el sistema no dispone de ninguna torre de refrigeración.

b) Subsistemas secundarios: los subsistemas secundarios son los encargados de tratar y distribuir el aire a los espacios climatizados. En CALENER_GT se distinguen dos niveles para los subsistemas secundarios o “equipos del lado del aire”. Por un lado está el “nivel de sistema” o “nivel de UTA” que recoge las unidades de tratamiento de aire (UTA) que son los equipos encargados de tratar el aire antes de distribuirlo a las zonas (sistemas centrales). Por otro lado está el “nivel de zona” que incluye los equipos y dispositivos que se ubican directamente en las zonas a las que prestan servicio (sistemas zonales).

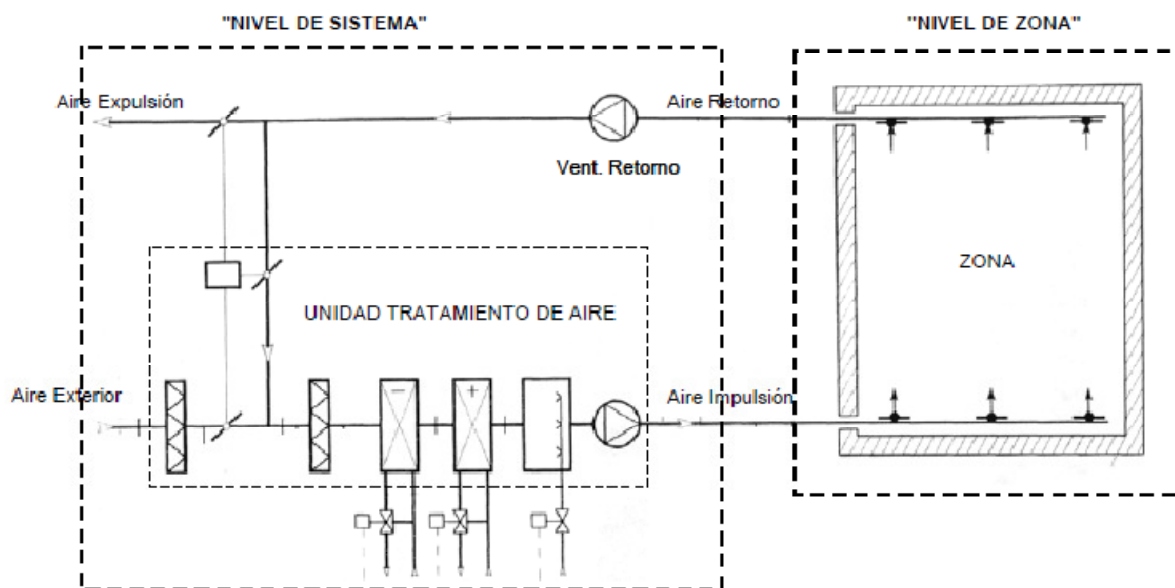


Figura 5.20 Componentes de los subsistemas secundarios: Sistema y zona

Los sistemas pueden clasificarse según los siguientes criterios:

b.1 Según la producción de frío:

b.1.1. Autónomos: Son aquellos que enfrían el aire por la expansión directa de un refrigerante utilizando baterías de expansión directa. No utilizan agua como fluido caloportador, por lo que no es necesario introducir ningún objeto en el árbol de Subsistemas primarios. Pueden suministrar calefacción a los locales si se especifica la fuente de calor (agua caliente, eléctrica, generador de aire, bomba de calor, etc.)

b.1.2. De agua fría (no autónomos): Son aquellos que enfrían el aire utilizando baterías de agua fría. Utilizan agua como fluido caloportador, por lo que en CALENER-GT es necesario introducir los datos relativos a los circuitos y a los equipos primarios. En el sector de climatización suelen denominarse "centralizados", indicando que existe una producción central de agua fría. Pueden suministrar calefacción a los locales si se especifica la fuente de calor.

b.1.3. Enfriamiento evaporativo: Son aquellos que sólo pueden extraer calor de los locales mediante el enfriamiento evaporativo del aire de impulsión. Pueden suministrar calefacción a los locales si se especifica la fuente de calor.

b.1.4. Sólo calefacción: Son aquellos que sólo son capaces de aportar calor a los locales sin poseer capacidad alguna de suministrar refrigeración.

b.1.5. Sólo ventilación: Son aquellos sistemas que sólo ventilan y/o extraen aire de los locales por lo que no necesitan producción de frío ni de calor. No son capaces de suministrar calefacción ni refrigeración. El único consumo de estos sistemas se debe a los ventiladores de impulsión y extracción.

b.2. Según la localización del tratamiento de aire:

b.2.1. Centrales: Son aquellos que tratan el aire en una unidad de tratamiento de aire que se encuentra fuera de las zonas. Los conductos de impulsión distribuyen el aire desde las climatizadoras a las zonas acondicionadas. El aire se retorna al equipo y la ventilación proviene de la toma de aire exterior. Los datos de la UTA (Unidad de Tratamiento de Aire) se introducen en el objeto SUBSISTEMA-SECUNDARIO, esto es lo que en CALENER-GT denominamos a "*nivel de sistema*".

b.2.2. Zonales: Son aquellos que tratan el aire en un equipo que se encuentra en las zonas. A estos sistemas se les denomina a veces "sistemas de unidades terminales". La unidad terminal es realmente un intercambiador aire-agua en los equipos no autónomos y un intercambiador aire-refrigerante en los autónomos. No existen conductos de impulsión ni de retorno (o tienen una longitud mínima) y la ventilación se proporciona a cada unidad terminal o proviene de un subsistema primario de ventilación ("*Climatizadora de aire primario*"). La mayoría de los datos de estos sistemas se introducen en el objeto ZONA y los valores introducidos en el subsistema secundario se utilizan como valores por defecto para las propiedades de los objetos ZONA, esto es lo que en CALENER-GT denominamos "*a nivel de zona*".

La nomenclatura usada en CALENER-GT para nombrar los diferentes tipos de sistemas es la siguiente:

- Autónomo de caudal constante
- Sólo ventilación
- Autónomo de caudal variable
- Autónomo de caudal variable temperatura variable
- Autónomo mediante unidades terminales
- Autónomo bomba de calor agua/aire en circuito cerrado
- Todo aire caudal constante unizona
- Todo aire caudal variable
- Todo aire caudal constante
- Todo aire doble conducto
- Ventilconvectores (Fan-coil)
- Termoventilación
- Sólo calefacción por efecto Joule
- Enfriamiento evaporativo
- Climatizadora de aire primario
- Sólo calefacción por agua

A continuación se muestra una tabla en la que todos los tipos de sistemas incluidos en CALENER-GT se clasifican según los dos criterios comentados anteriormente:

Tipo de sistema	Producción de frío	Localización trat. de aire
Aut. Caudal constante	Autónomo	Central
Sólo ventilación	Sólo ventilación	Central
Aut. caudal variable	Autónomo	Central
Aut. caudal var. temperatura var.	Autónomo	Central
Aut. mediante unidades terminales	Autónomo	Zonal
Aut. BdC agua/aire en cir. cerr	Autónomo	Zonal
Todo aire caudal constante uniz.	No Autónomo	Central
Todo aire caudal variable	No Autónomo	Central
Todo aire caudal constante	No Autónomo	Central
Todo aire doble conducto	No Autónomo	Central
Ventiloconvectores (Fan-coil)	No Autónomo	Zonal
Termoventilación	Sólo calefacción	Zonal
Sólo calefacción por efecto Joule	Sólo calefacción	Zonal
Enfriamiento evaporativo	Enfriamiento evaporativo	Central
Climatizadora de aire primario	No autónomo	Central
Sólo calefacción por agua	Sólo calefacción	Zonal

Tabla 5.55 Clasificación de los subsistemas secundarios

Además del tipo, para algunos sistemas es necesario especificar el subtipo para definirlos completamente.

Así, para los sistemas de "*Sólo calefacción por efecto Joule*" el subtipo puede valer:

- *Con aire de impulsión*: Indica que existe un ventilador que impulsa aire a la zona. Para este caso es necesario especificar además la unidad terminal que puede ser un *convector eléctrico* o un *acumulador dinámico*.
- *Sin aire de impulsión*: Indica que la transferencia de calor al aire de la zona es por convección natural por lo que no existe ventilador de impulsión. Las unidades

terminales aquí contempladas son el *bilo caliente*, la *lámpara infrarroja*, el *calor negro*, el *radiador eléctrico*, el *panel radiante* y los *acumuladores estáticos*.

Por otra parte, para los sistemas de "*Sólo calefacción por agua*" el subtipo puede valer:

- *Paneles radiantes*: Indica que en las zonas existe una instalación de suelo radiante alimentada por agua caliente.
- *Radiadores*: Se trata del sistema tradicional de calefacción mediante radiadores de agua caliente.

Para los sistemas "*Autónomos mediante unidades terminales*" el subtipo puede valer:

- *Convencional*: En la zona existe un equipo autónomo convencional condensado por aire que puede ser de ventana o partido.
- *Caudal refrigerante variable*: La unidad terminal es un evaporador/condensador que trabaja con caudal de refrigerante variable. Estos sistemas se conocen en el sector de climatización como VRV.

Para completar la definición de un subsistema secundario es necesario definir las capacidades opcionales de cada uno de los tipos existentes. Entre ellas cabe destacar:

- **Fuente de calor**

Como acabamos de ver, la primera clasificación que se hace de los equipos se refiere a la producción de frío. Todos los equipos autónomos y de agua fría son capaces de suministrar refrigeración. Para estos equipos es necesario especificar si pueden suministrar calefacción. En CALENER-GT se utiliza el término "fuente de calor" para

especificar si existe o no calefacción, y en caso de que exista cuál es el origen de dicha energía. Las fuentes de calor incluidas son:

- *Ninguna*: El subsistema-secundario no tiene calefacción.
- *Eléctrica*: La fuente es calefacción por efecto Joule.
- *Agua caliente*: La fuente de calor es agua caliente suministrada por un circuito hidráulico.
- *Generador de Aire*: La fuente de calor es un generador de aire. En este caso es necesario especificar además el tipo de combustible utilizado.
- *BdC eléctrica*: La fuente de calor es una Bomba de Calor (BdC) eléctrica. Se utiliza en los equipos autónomos.
- *BdC a gas*: La fuente de calor es una bomba de calor movida por un motor de combustión interna a gas. Se utiliza en los equipos autónomos.
- *Circuito de ACS*: La fuente de calor es agua caliente suministrada por un circuito de ACS.

Es importante además, saber distinguir entre la fuente de calor a nivel de sistema y a nivel de zona. Así, por ejemplo, un sistema de caudal variable puede tener una batería de agua caliente en la UTA y baterías de recalentamiento eléctricas. Usando la terminología de CALENER-GT, esto significa que la fuente de calor de dicho sistema "Todo aire caudal variable" es "agua caliente" a nivel de sistema y "eléctrica" a nivel de zona.

- **Recalentamiento terminal**

Algunos sistemas pueden incorporar baterías de recalentamiento terminal. Esto significa que tienen una fuente de calor a nivel de zona. Las fuentes de calor permitidas para estas baterías son: eléctrica, agua caliente y circuito de ACS.

- **Batería de precalentamiento**

Algunos sistemas pueden incorporar una batería en la que se precaliente el aire de mezcla previo a su entrada a la UTA. Es necesario especificar la temperatura hasta la que dicho aire se precalienta y la potencia de dicha batería. Las fuentes de calor admitidas para esta batería son: eléctrica y agua caliente.

- **Calefacción auxiliar**

Para algunos sistemas se utiliza un sistema de calefacción auxiliar. Así, por ejemplo, el caudal variable a veces se acompaña de radiadores perimetrales eléctricos o de agua caliente. Las fuentes de calor consideradas en CALENER-GT son, por tanto: eléctrica y agua caliente.

- **Enfriamiento gratuito**

Entre las técnicas de recuperación de energía del lado del aire consideradas en CALENER se encuentra el enfriamiento gratuito, a veces conocido como "*free-cooling*". Para algunos sistemas en CALENER-GT se puede especificar esta técnica con los controles por temperatura o por entalpía.

- **Recuperación de calor del aire de extracción**

CALENER-GT permite recuperar parte de la energía del aire de expulsión para precalentar la corriente de aire exterior en invierno y preenfriarla en verano. Es necesario especificar el tipo de recuperador, su control y su efectividad.

- **Enfriamiento evaporativo**

En CALENER-GT existe un sistema denominado "Enfriamiento evaporativo" que sólo puede suministrar frío a los locales mediante el enfriamiento evaporativo del aire de

impulsión. Como fuente de calor para este sistema se aceptan: eléctrica, agua caliente, generador de aire y circuito de ACS.

Por otra parte, algunos sistemas incorporan la posibilidad de realizar un preenfriamiento evaporativo como medida de ahorro de energía.

En ambos casos se contemplan el enfriamiento evaporativo directo, indirecto e indirecto/directo siendo necesario, entre otras cosas, especificar la efectividad de dicho proceso de enfriamiento.

- **Control de humedad**

Para algunos sistemas en CALENER-GT se puede especificar si la unidad de tratamiento de aire (UTA) dispone de los medios para realizar cierto tipo de control higrométrico, es decir, de controlar los excesos o defectos de humedad en el aire del local. En caso de que no exista ningún control de la humedad ésta oscila libremente. En caso afirmativo, es necesario especificar si es posible realizar una deshumidificación, una humidificación o ambos procesos.

- *Deshumidificación:* La batería de frío debe tener la suficiente capacidad de deshumidificación para enfriar el aire por debajo de los límites necesarios para mantener la temperatura de consigna en el local.
Además la UTA debe disponer de una batería de recalentamiento cuyos datos deben especificarse. La deshumidificación se produce siempre que la humedad del local intente situarse por encima de cierto valor especificado.
- *Humidificación:* La UTA dispone de los medios necesarios para que la humedad relativa del aire de retorno no se encuentre nunca por debajo de cierto límite establecido. El programa desprecia el consumo asociado a la bomba del humidificador, pero sí tiene en cuenta la energía necesaria para el recalentamiento.

- *Ambas*: La UTA dispone de los medios necesarios para que la humedad relativa del aire de retorno se mantenga dentro de un margen establecido.

- **Tipo de retorno**

Para algunos sistemas es necesario especificar el tipo de retorno, es decir, la forma en la que el aire retorna de la zona a la UTA, considerando de esta manera la posible adición de calor que el aire de retorno experimenta por las luminarias u otras fuentes.

El tipo de retorno puede valer:

- *Directo*: El aire retorna a través de las zonas, pasillos, etc. sin ser conducido a través de conductos.
- *Por conductos*: El aire retorna a través de conductos.
- *Por plenum*: El aire retorna por el plenum.

- **Zona de control**

Si un sistema abastece a varias zonas utilizando un único control termostático, es necesario especificar la zona en la que se encuentra el termostato cuyas demandas de calefacción o refrigeración controlan la UTA. Este tipo de control se denomina "*Por zona de control*".

- **Generador de aire**

Para algunos sistemas CALENER-GT permite especificar como fuente de calor un "generador de aire". Se trata aquí, de equipos en los que se genera energía térmica (proceso de combustión) que es transferida directamente al aire de impulsión. Para estos generadores es necesario definir el tipo de combustible (habitualmente gas natural) y el rendimiento. El caso más habitual es el sistema de "Termoventilación" con fuente de calor "generador de aire" que también se denomina aerotermo de combustible.

- **Bomba de calor eléctrica**

Nos referimos aquí a las bombas de calor aire-aire, es decir, a aquellos equipos autónomos que realizan la inversión del ciclo de producción de frío utilizando una válvula de cuatro vías. El compresor está alimentado por energía eléctrica. Bajo estas circunstancias, la fuente de calor es "Bomba de calor eléctrica".

Es necesario especificar los datos del apoyo (si existiera) y los referentes al desescarche.

- **Bomba de calor a gas**

De nuevo nos referimos a bombas de calor aire-aire, pero en este caso con un motor de combustión interna alimentadas por gas. Bajo estas circunstancias, la fuente de calor es "Bomba de calor a Gas".

Es necesario especificar el tipo de combustible, los datos del apoyo (si existiera) y los referentes al desescarche.

- **Control de la UTA**

En CALENER-GT, para la mayoría de los sistemas, es necesario especificar los horarios de disponibilidad de frío y calor así como las temperaturas mínimas y máximas de impulsión.

Para los sistemas centrales es necesario especificar cómo se controla la temperatura a la salida de las secciones de refrigeración y calefacción de la UTA. Los valores permitidos son:

- *Por zona de control:* La temperatura se controla por un termostato situado en la denominada zona de control. El resto de zonas (si existen) oscilan libremente o disponen de baterías de recalentamiento terminal.

- *Temperatura constante:* La temperatura de impulsión se mantiene constante durante todo el periodo de funcionamiento.
- *Por un horario:* El valor de la temperatura se especifica mediante un horario introducido por el usuario.
- *Por zona crítica:* La temperatura de impulsión se establece tan alta como lo permita la carga de refrigeración en la zona crítica (la de mayor carga en ese instante) y tan baja como lo permita la zona crítica en régimen de calefacción. Este tipo de control a veces se denomina "*Supply Air Reset*" o "*Discriminator*".
- *Por ley de correspondencia:* La temperatura se determina mediante una ley de correspondencia en función de las condiciones exteriores (temperatura exterior).

- **Economizador del lado del agua**

Algunos sistemas utilizan el aire exterior para enfriar agua en una torre de refrigeración y después enfriar el aire de mezcla en una batería de preenfriamiento situada en la UTA. Esta técnica de recuperación de energía se conoce como "*Economizador del lado del agua*" o "*freecooling de torre*" para distinguirlo del "*Economizador del lado del aire*" que suele denominarse "*free-cooling*" a secas.

Una vez que se han descrito las propiedades que pueden definirse para los distintos subsistemas secundarios en CALENER, veremos a continuación los equipos instalados en el edificio de oficinas y sus características.

- **Climatizadora:** la unidad de tratamiento de aire central consiste en un climatizador de aire primario modelo CHA-9550 de “Airotec”, que se encarga de tratar el aire exterior antes de enviarlo a las zonas. Consta de un ventilador centrífugo de doble oído, una sección de filtrado para purificar el aire, una sección de humectación, compuesta por un humectador de vapor de acero inoxidable modelo C58 EMP de “Tecniseco” y las baterías de frío y calor, que consisten en cambiadores de calor de tubos aleteados, por cuyo interior circula el fluido refrigerante o calefactor, mientras que sobre las aletas, circula la corriente de aire que se pretende enfriar o calentar, respectivamente. El control de humedad se encuentra desactivado debido a que el aire exterior tiene la suficiente humedad y el retorno se realiza por conductos. Esta será modelada en CALENER en base al Subsistema Secundario “Climatizadora de aire primario”.

Nombre	Tipo de retorno	Control de humedad	Pot. Vent. (kW)	Caudal vent. (m³/h)	Pot. Total (kW)	Pot. Sensible (kW)	Pot. Calef. (kW)
Climatizadora	Por conductos	Ninguno	4	9.550	52,30	39,56	66,50

Tabla 5.56 Propiedades de la unidad de tratamiento de aire central

- A nivel de zona, existen **unidades fan-coil** o ventilo-convectores *Termoven* en cada oficina o local. Se trata de unidades terminales de tratamiento de aire; capaces de filtrar, enfriar o calentar individualmente, las condiciones ambientales del local. Todas las unidades instaladas son de techo con filtro vertical y a cuatro tubos (impulsión y retorno de agua fría y caliente). Además, existen unas baterías eléctricas de recalentamiento terminal de apoyo a la calefacción en cada oficina. Se trata de baterías de aletas con clixón incorporado instaladas en la salida del aire de

cada unidad fan-coil. CALENER-GT no permite asociar dos sistemas a una misma zona, y el subsistema secundario “Fancoil” no admite la adición de ningún elemento de recalentamiento terminal. Así pues, se ha procedido a modelar dicho escenario identificando los Fancoils con sistemas secundarios “Todo aire a Caudal Variable”, los cuales sí admiten la adición de elementos de recalentamiento terminal eléctrico. (Ver tablas 5.57 y 5.58)

Zonas	Fan Coils (modelo)	Aire Imp. (m³/h)	Pot. Total Refrig. (KW)	Pot. Sensible Refrig. (KW)	Pot. Calefacción (KW)	Pot. Motor (KW)	Pot. Calef. Aux. (KW)
PLANTA BAJA							
Z_P01_E08	CF-20 (4+2)	900	5	3,2	9,42	0,3	2,25
Z_P01_E09		900	5	3,2	9,42		2,25
Z_P01_E10	FL-650 (4+1)	750	4,63	3,38	12,4	0,023	3
	FL-900 (3+1)	1100	5,53	4,148	15,39	0,041	3
Z_P01_E11	FL-900 (4+1)	1100	6,17	4,628	17,27	0,041	3
Z_P01_E12	CF-20 (4+2)	1800	10	6,4	18,84	0,3	4,5
Z_P01_E13	CF-20 (4+2)	1800	10	6,4	18,84	0,3	4,5
Z_P01_E21	CF-20 (4+2)	1800	10	6,4	18,84	0,3	4,5
PLANTA ALTA							
Z_P02_E01	CF-20 (4+2)	1800	10	6,4	18,84	0,3	4,5
Z_P02_E02	FL-900 (4+1)	1100	6,17	4,628	17,27	0,041	3
Z_P02_E04	CF-20 (4+2)	900	5	3,2	9,42	0,3	2,25
Z_P02_E05		900	5	3,2	9,42		2,25
Z_P02_E06	FL-900 (4+1)	1100	6,17	4,628	17,27	0,041	3
Z_P02_E07	FL-900 (4+1)	1100	6,17	4,628	17,27	0,041	3
Z_P02_E08	FL-900 (4+1)	1100	6,17	4,628	17,27	0,041	3
Z_P02_E09	CF-30 (4+2)	1400	7,57	4,845	14,65	0,6	2,25
Z_P02_E10		1400	7,57	4,845	14,65		2,25
Z_P02_E11	CF-30 (4+2)	4200	22,72	14,535	43,96	0,9	6,75
Z_P02_E12	CF-30 (4+2)	700	3,785	2,423	7,325	0,6	1,125
Z_P02_E13		700	3,785	2,423	7,325		1,125
Z_P02_E23	FL-900 (4+1)	1100	6,17	4,628	17,27	0,041	3
Z_P02_E24	CF-30 (4+2)	2800	15,15	9,69	29,31	0,6	4,5

Tabla 5.57 Propiedades de los fan-coils instalados en las oficinas

Modelo	Cantidad	Dimensiones	Pot. (kW)
MES - 3	8	500 x 250	3
MES - 4,5	10	600 x 250	4,5

Tabla 5.58 Baterías de aletas instaladas

- **Roof – Top** o equipo autónomo de caudal constante: Por sus características especiales en cuanto al funcionamiento continuo de sus instalaciones, la sala de control se encuentra climatizada mediante dos bombas de calor aire – aire reversible, una de ellas de reserva. Se trata de dos unidades modelo IPC-255 Z de “Ciatesa”, instaladas en la azotea del edificio de oficinas. En CALENER-GT se modelan en base al subsistema secundario “Autónomo caudal constante”.

Nombre	Tipo de sistema	Subtipo	Zona de control	Pot. Ref. Total (kW)	Pot. Ref. Sensible (kW)	EER	Pot. Calef. (kW)	COP
Roof - Top	Autónomo caudal constante	Convencional	Z_P01_E06	78,80	59,08	2,50	60,60	3,10

Tabla 5.59 Propiedades del Roof - Top

- **Split:** para evacuar el calor generado por los equipos existentes en la sala de servidores o sala del DCS, se encuentran instalados dos equipos autónomos sólo frío (1 de reserva) o splits de techo modelo ABG 54 FT de “GENERAL”. Ha sido modelado en CALENER en base a “Autónomo mediante unidades terminales”. Las características principales son:

Nombre	Tipo de sistema	Subtipo	Caudal Vent. Imp (m³/h)	Pot. Refrig. Total (kW)	EER
Split	Autónomo mediante unidades terminales	Convencional	2.000	14,50	2,81

Tabla 5.60 Características del split de la sala de servidores

- **Extractores Aseos:** se instala un sistema de extracción de aire de las zonas de vestuarios y aseos, formada por ventilador de extracción situado en cubierta, red de conductos y bocas y rejillas de extracción de aire para los caudales establecido en la Normativa. Se trata de cajas de ventilación “Soler y Palau” definidos en CALENER como sistemas secundarios “Sólo Ventilación” diferenciando entre los aseos de hombres y de mujeres por sus características.

Nombre	Tipo de sistema	Caudal vent. (m³/h)	Potencia vent. (kW)
Extractores_Aseos H.	Sólo ventilación	1.800	0,5
Extractores_Aseos M.	Sólo ventilación	900	0,35


Tabla 5.61 Extractores de aseos y vestuarios

- Asignación de sistemas a cada una de las zonas.** Los sistemas definidos en el apartado anterior deben asociarse a las zonas a las que prestan servicio, obteniéndose la tabla 5.62. que resume todos los subsistemas definidos para las zonas acondicionadas. En el caso de que la zona sea no acondicionada, se asignará cualquiera de los sistemas.

Zona	Subsist. secundario	Tipo de sistema	Espacio
ZAP1	Climatizadora	Climatizadora de aire primario	EAP1
Z_P01_E08	Uta1	Todo aire caudal variable	P01_E08_Gestión Técnica
Z_P01_E09	Uta2	Todo aire caudal variable	P01_E09_Jefe G.T.
Z_P01_E10	Uta3	Todo aire caudal variable	P01_E10_Archivo
Z_P01_E11	Uta4	Todo aire caudal variable	P01_E11_Comité
Z_P01_E12	Uta5	Todo aire caudal variable	P01_E12_Formación
Z_P01_E13	Uta6	Todo aire caudal variable	P01_E13_Vestuarios
Z_P01_E21	Uta7	Todo aire caudal variable	P01_E21_Hall
Z_P02_E01	Uta8	Todo aire caudal variable	P02_E01_Sala Reuniones
Z_P02_E02	Uta9	Todo aire caudal variable	P02_E02_Serv. Qco.
Z_P02_E04	Uta10	Todo aire caudal variable	P02_E04_J.C.Reuniones
Z_P02_E05	Uta11	Todo aire caudal variable	P02_E05_J.Central
Z_P02_E06	Uta12	Todo aire caudal variable	P02_E06_Jefe Operac.
Z_P02_E07	Uta13	Todo aire caudal variable	P02_E07_Soporte Oper.
Z_P02_E08	Uta14	Todo aire caudal variable	P02_E08_Cafetería
Z_P02_E09	Uta15	Todo aire caudal variable	P02_E09_Reuniones Mto.
Z_P02_E10	Uta16	Todo aire caudal variable	P02_E10_Jefe Mto.
Z_P02_E11	Uta17	Todo aire caudal variable	P02_E11_Mantenimiento
Z_P02_E12	Uta18	Todo aire caudal variable	P02_E12_Ing. Siemens
Z_P02_E13	Uta19	Todo aire caudal variable	P02_E13_Ing. Residente
Z_P02_E23	Uta20	Todo aire caudal variable	P02_E23_Jefe Admón.
Z_P02_E24	Uta21	Todo aire caudal variable	P02_E24_Administrativos
Z_P01_E07	Split	Aut. mediante udades. terminales	P01_E07_Sala DCS
Z_P01_E01	Roof_Top	Aut. caudal constante	P01_E01_Supervivencia
Z_P01_E02	Roof_Top	Aut. caudal constante	P01_E02_Comunicaciones
Z_P01_E03	Roof_Top	Aut. caudal constante	P01_E03_Jefe Turno
Z_P01_E04	Roof_Top	Aut. caudal constante	P01_E04_Entrada
Z_P01_E05	Roof_Top	Aut. caudal constante	P01_E05_Pasillo
Z_P01_E06	Roof_Top	Aut. caudal constante	P01_E06_Sala Control
Z_P01_E14	Extractores_Aseos H.	Sólo ventilación	P01_E14_Aseos H.
Z_P02_E14	Extractores_Aseos H.	Sólo ventilación	P02_E14_Aseos H.
Z_P01_E16	Extractores_Aseos M.	Sólo ventilación	P01_E16_Aseos M.
Z_P02_E19	Extractores_Aseos M.	Sólo ventilación	P02_E19_Aseos M.

Tabla 5.62 Subsistemas secundarios definidos en CALENER

- 8. Simulación del edificio.** Una vez se han introducido todos los datos del edificio, se procede a la calificación del mismo.

Para calificar el edificio se ejecuta la opción “Calificar” (en el menú Herramientas o directamente usando el botón ). Esta opción desencadena el proceso de simulación horaria del edificio (cálculo de cargas y sistemas), el cual obtendrá por un lado, los consumos de energía y emisiones de CO₂ asociadas al edificio objeto de estudio y por otro lado, los consumos de energía y emisiones asociados a un edificio de referencia (edificio equivalente al edificio objeto que se ajusta al cumplimiento de las especificaciones establecidas en el CTE). La comparación de los resultados obtenidos para uno y otro edificio es lo que propiciará el resultado de la *calificación energética*.

CALENER-GT basa la calificación energética del edificio en el cálculo previo de los indicadores de eficiencia energética o indicadores energéticos del edificio. El programa calcula 6 indicadores de eficiencia energética basados en los siguientes conceptos:

1. Demanda de calefacción: Esta demanda es la demanda de calefacción a temperatura constante (22,5°C) para todo el año (sin ninguna parada) de todos los espacios del edificio.
2. Demanda de refrigeración: Esta demanda es la demanda de refrigeración a temperatura constante (22,5°C) para todo el año (sin ninguna parada) de todos los espacios del edificio.
3. Emisiones de Climatización: Son las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía de todos los equipos utilizados para dar calefacción, refrigeración y ventilación.
4. Emisiones de A.C.S.: Son las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía de todos los equipos utilizados para dar el servicio de agua caliente sanitaria.

5. Emisiones de Iluminación: Son las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía de todas las luminarias presentes en el edificio.

6. Emisiones Totales: Son las emisiones de CO₂ asociadas a todo el consumo de energía del edificio, es por tanto igual a la suma de los tres conceptos de emisiones anteriormente mencionados.

Los indicadores de eficiencia energética son resultado de dividir el concepto que califican para el edificio definido por el usuario (edificio objeto) por el valor del mismo concepto para el edificio de referencia. Así, por ejemplo, el indicador de eficiencia energética para las emisiones totales será igual a las emisiones de CO₂ del edificio objeto dividido por las emisiones de CO₂ del edificio de referencia. Un edificio con un indicador energético de 1,0 tendrá las mismas emisiones que el edificio de referencia, un edificio de indicador 0,5 emitirá la mitad del anhídrido carbónico que el edificio de referencia, y un edificio de indicador 0,0 no emitirá CO₂.

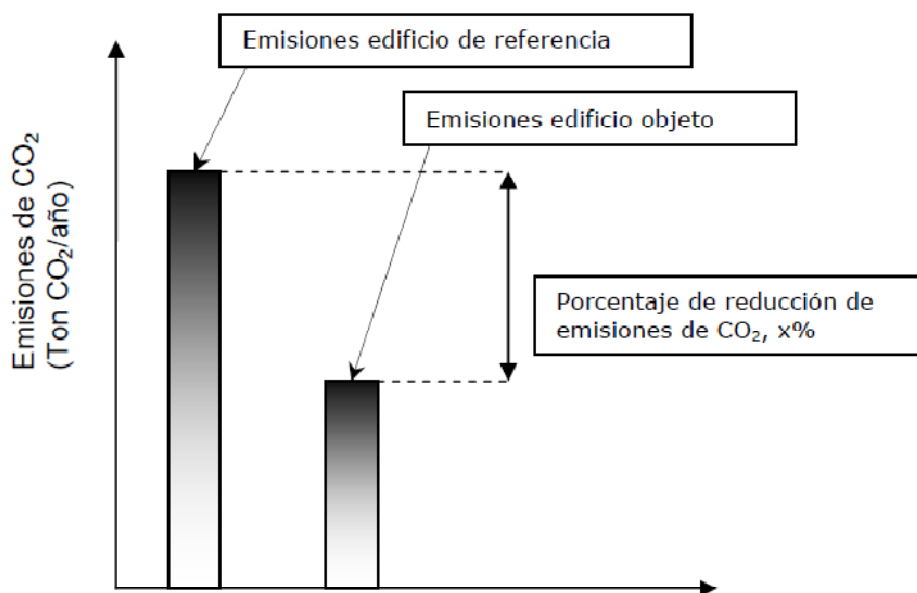


Figura 5.21 Emisiones edificio objeto y edificio de referencia

Si el indicador de un edificio es mayor que uno esto significa que la cantidad de CO₂ emitida por el edificio objeto es mayor que la emitida por el edificio de referencia.

Una vez obtenidos los indicadores de eficiencia energética el programa “clasifica” cada uno de estos indicadores asociándoles una letra. La siguiente tabla muestra la letra asociada en función del valor del indicador de eficiencia energética:

- indicador $\leq 0,4$: **A**
- $0,4 < \text{indicador} \leq 0,65$: **B**
- $0,65 < \text{indicador} \leq 1,0$: **C**
- $1,0 < \text{indicador} \leq 1,3$: **D**
- $1,3 < \text{indicador} \leq 1,6$: **E**
- $1,6 < \text{indicador} \leq 2,0$: **F**
- $2,0 < \text{indicador}$: **G**

Por tanto el programa emite una calificación energética para cada uno de los 6 conceptos anteriormente mencionados.

Los edificios de clase A son los más eficientes, con un ahorro mínimo de un 60% respecto al edificio de referencia a los que siguen los edificios de clase B con un ahorro mínimo de un 35% sobre el edificio de referencia.

La finalidad de la calificación es lograr que el edificio objeto tenga una demanda y unas emisiones que como mínimo cumplan con la normativa establecida, esto es, que la clase del edificio sea C o superior. En los casos en que la calificación obtenida sea D o inferior, se deben plantear mejoras sobre el aislamiento y sobre los sistemas de producción y distribución de energía para lograr reducir las emisiones del edificio objeto.

5.2.3 Análisis de la Situación Actual

Mediante la herramienta de resultados de CALENER, analizaremos la situación en la que se encuentra el edificio, lo que nos permitirá proponer posteriormente una serie de medidas que mejorarán el comportamiento del mismo desde el punto de vista del consumo energético.

5.2.3.1 Etiquetas

El resultado principal para el edificio de oficinas muestra el índice total de emisiones de CO₂, con el que se otorga la clase de eficiencia energética al edificio, que resulta ser de clase C, con un índice global de 0,78 (Figura 5.22). Como ya se ha explicado, esto significa que la eficiencia energética del edificio en conjunto es admisible, ya que incluso mejora el límite establecido por el edificio de referencia (el cual se ajusta al cumplimiento de las exigencias del CTE, incluidas las del RITE).

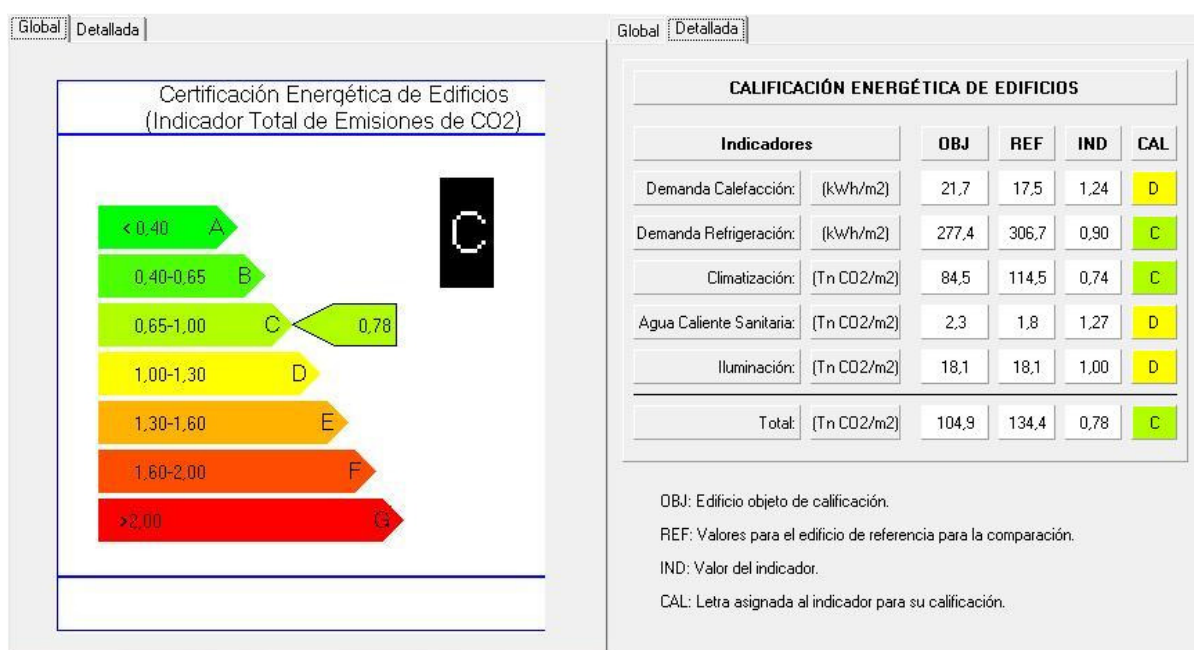


Figura 5.22 Calificación energética emitida por la herramienta de resultados

El indicador global de emisiones de CO₂ nos indica que el edificio de oficinas emite un 22% CO₂ menos que el edificio de referencia. Además, según la calificación detallada para cada uno de los conceptos que calcula el programa (figura 5.22) se pueden identificar tres indicadores con calificación energética “D” en los apartados correspondientes a calefacción del edificio y a iluminación, calificación inferior a la global obtenida por el edificio. Esto sugiere la introducción de mejoras en dichos conceptos.

5.2.3.2 Informes mensuales y anuales

Los resultados que se pueden visualizar están organizados en distintos informes según se esté interesado en el estudio concreto de un edificio o en la comparación entre varios de ellos. Los resultados mostrados, en base anual, y/o mensual específicos de un edificio, son las emisiones de CO₂, la energía primaria y la energía final procedente del consumo energético de los equipos primarios y subsistemas secundarios que constituyen las instalaciones de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación.

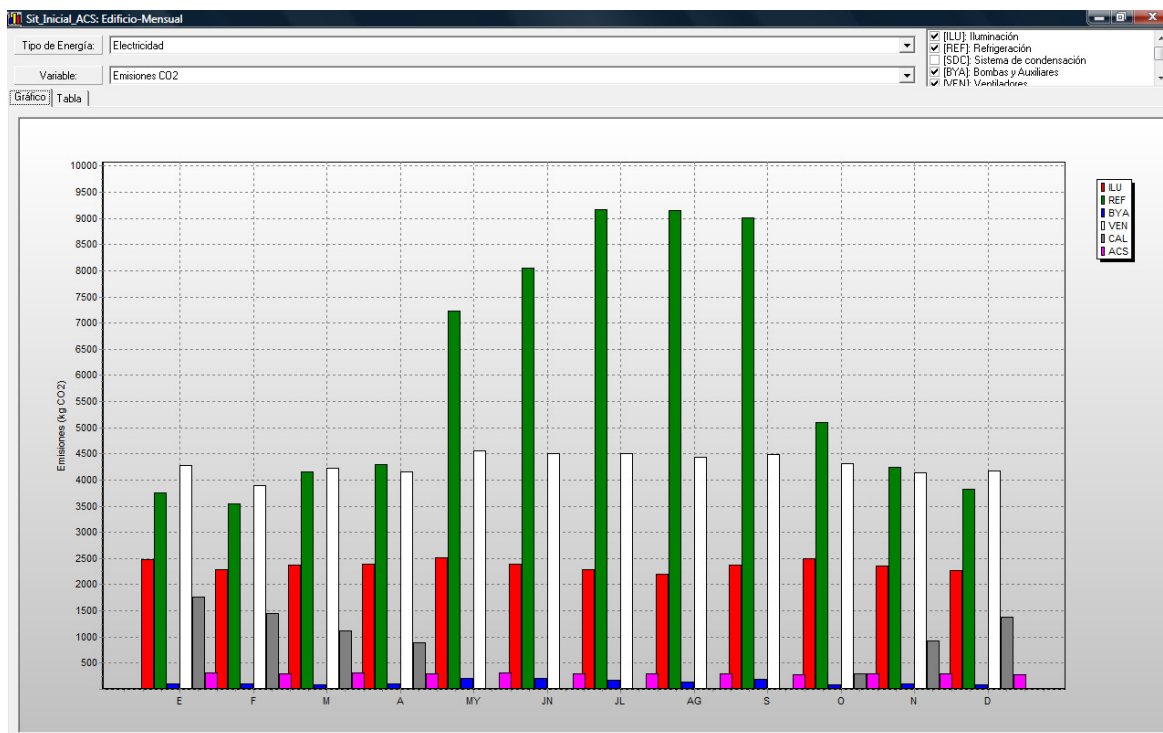


Figura 5.23 Emisiones de CO₂ mensuales del edificio de oficinas

Como puede observarse en el gráfico anterior, la punta de emisiones de CO₂ se produce durante los meses de verano debido a la demanda de refrigeración (color verde).

En cuanto a los informes anuales, se observa que el mayor consumo de energía final (kWh) se debe a la electricidad consumida por los ventiladores y los equipos destinados a la refrigeración.

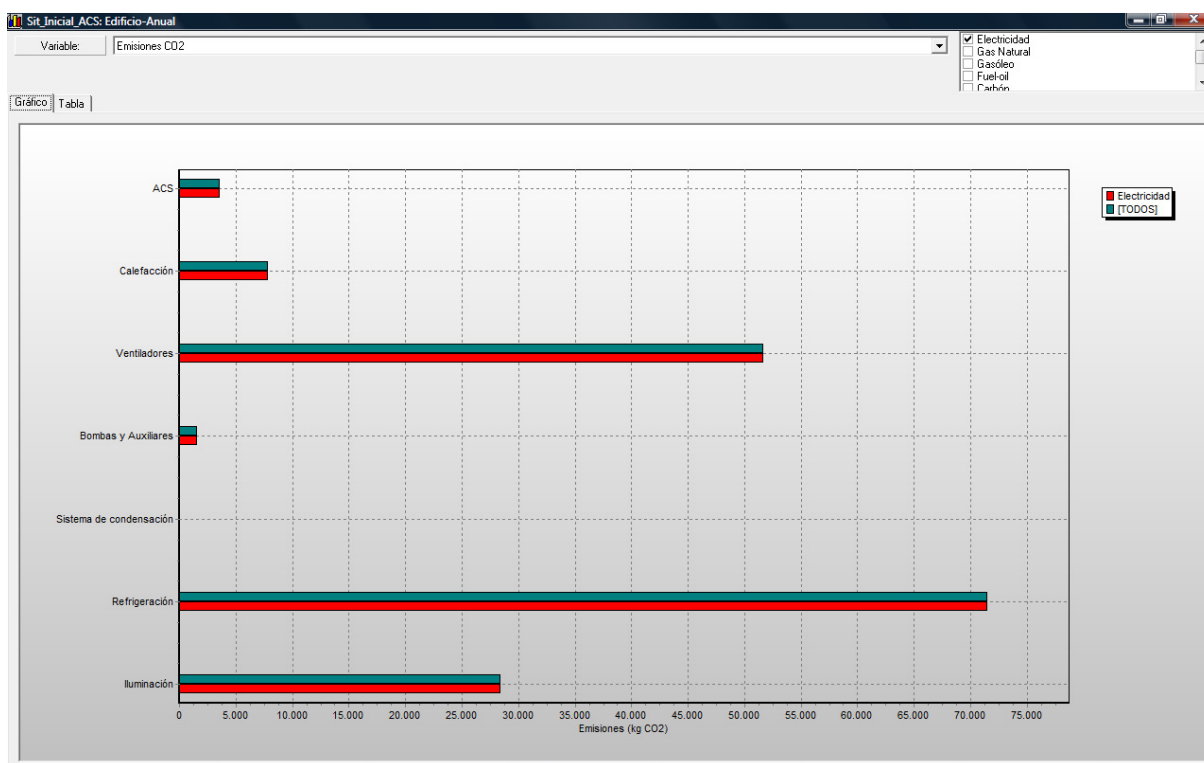


Figura 5.24 Consumo de energía final del edificio de oficinas

A continuación se presentan los resultados tabulados del gráfico anterior. El consumo total del edificio coincide con el consumo total de electricidad, debido a que los equipos sólo emplean dicha fuente de energía para funcionar. No existe ningún equipo que consuma combustibles en el edificio.

Consumo Energía Final (kWh)	Electricidad	[TODOS]
Iluminación	43.794,5	43.794,5
Refrigeración	110.227,6	110.227,6
Sistema de condensación	0,0	0,0
Bombas y auxiliares	2.459,5	2.459,5
Ventiladores	79.633,3	79.633,3
Calefacción	12.075,9	12.075,9
ACS	5.511,1	5.511,1
TOTAL	253.702	253.702

Tabla 5.63 Consumo de energía final por fuentes de energía

Los consumos de la tabla anterior constituyen el punto de partida (representación de la situación actual), la cual será comparada con los escenarios de las diferentes propuestas de mejora llevadas a cabo, estimando así el ahorro derivado de su aplicación en cada caso.

5.2.4 Propuesta, simulación y análisis energético de Medidas de Ahorro de Energía (MAES)

Una vez que se ha establecido el escenario de partida, se propondrán una serie de medidas de ahorro de energía (MAES), que, posteriormente, serán simuladas en CALENER y analizadas mediante la herramienta de resultados del programa. Concretamente, se observará el informe anual del edificio en cuanto a consumo de energía primaria, consumo de energía final y emisiones de CO₂ y se comparará con los datos de la situación inicial o escenario de partida.

Las medidas de ahorro y eficiencia energética consisten en utilizar los recursos disponibles de tal modo que no se emplee más energía de la necesaria y utilizar sistemas cuyo rendimiento sea lo más elevado posible. Pueden clasificarse según distintos criterios. Algunos de ellos pueden ser los siguientes:

- Según afecten a la oferta/demanda de energía. La mayoría de las medidas de ahorro consiguen una reducción de la demanda actual de la instalación (sustituyendo lámparas por otras más eficientes, usando equipos de mayor eficiencia, mejorando el control de los sistemas, modificando distintas partes de la epidermis,...). Pero por otro lado existen otras medidas que afectan a la oferta energética, es decir, que proponen un cambio en la fuente de energía consumida (sustituyendo el tipo de combustible, instalando un sistema de cogeneración,...).
- Según el tipo de acción a tomar. Algunas medidas de ahorro proponen una sustitución de los equipos actuales por otros más eficientes, otras suponen una mejora de la instalación actual, otras consisten en la instalación de dispositivos de ahorro y otras afectan a los hábitos de consumo del usuario.
- Según el centro de consumo al que afecten. Las medidas de ahorro pueden afectar a la instalación de iluminación, climatización, producción de agua caliente sanitaria, equipos, etc.

A continuación pasan a describirse las MAES aplicadas al caso en cuestión.

5.2.4.1 Epidermis

5.2.4.1.1 MAE 1: Cambio de la temperatura de consigna

En el RD 1826/2009 por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE), se establece una nueva instrucción técnica I.T. 3.8. “Limitación de temperaturas”, la cual será de aplicación a todos los edificios, tanto a los nuevos como a los existentes. Esta instrucción técnica establece unos valores límite de temperatura en el interior de los establecimientos habitables que estén acondicionados situados en los edificios, que son los siguientes:

- a) La temperatura del aire en los recintos calefactados no será superior a 21° C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de calor por parte del sistema de calefacción.
- b) La temperatura del aire en los recintos refrigerados no será inferior 26° C, cuando para ello se requiera consumo de energía convencional para la generación de frío por parte del sistema de refrigeración.
- c) Las condiciones de temperatura anteriores estarán referidas al mantenimiento de una humedad relativa comprendida entre el 30% y el 70%.

Estas limitaciones se aplicarán exclusivamente durante el uso, explotación y mantenimiento de la instalación térmica, por razones de ahorro de energía, con independencia de las condiciones interiores de diseño establecidas en la *I.T. 1.1.4.1.2 Temperatura operativa y humedad relativa* o en la reglamentación que le hubiera sido de aplicación en el momento del diseño de la instalación térmica.

Basándonos en estas nuevas limitaciones se propondrá esta MAE, que consiste en modificar la temperatura de consigna, tanto de refrigeración como de calefacción en los termostatos de cada una de las zonas manteniendo el confort térmico. Se trata de una medida de ahorro que influye

en los hábitos de consumo de los trabajadores de las oficinas y que no conlleva por tanto, ningún gasto o inversión.

Para simular esta medida de ahorro energético en CALENER_GT, es necesario modificar los horarios “ANUAL_CONS REFRIG” y “ANUAL_CONS CALEF” definidos previamente en el apartado 5.2.2.2. *Simulación del edificio mediante la herramienta CALENER-GT.*

- Para analizar el efecto que el cambio de la temperatura de consigna de calefacción tiene en el consumo energético, se modificará el horario “ANUAL_CONS CALEF” de una temperatura de 24° C (valor del escenario de referencia) a una temperatura de 21°C. Además, se habrán analizado distintos escenarios intermedios para temperaturas de consigna de 23 y 22°C que permitirán observar con más detalle el efecto que la modificación de dicha variable tiene en el consumo energético del edificio.
- Si, por el contrario, se quiere analizar el ahorro conseguido al aumentar la temperatura de consigna de refrigeración, partimos de la consigna inicial de verano (20° C) y vamos modificando el horario “ANUAL_CONS REFRIG”, dejando fijo el de calefacción. En este caso, aumentamos la temperatura de consigna hasta los 26° C establecidos en la nueva modificación al RITE.

La modificación de los horarios de consigna de refrigeración y calefacción afectará a las zonas atendidas por Fancoils y Roof-Top, dejando sin modificar las correspondientes al *Split* y a los extractores de los aseos.

El termostato de cada zona puede ser de tres tipos:

- Todo-nada: consiste en una válvula de tres vías que o bien deja pasar todo el caudal hacia la batería o bien recircula todo el caudal al retorno sin hacerlo pasar por la batería una vez que la zona acondicionada llega a la temperatura de consigna.

- Proporcional: la válvula cierra o abre de manera proporcional al aumento o bajada de temperatura que mide el termostato, pudiendo estar parcialmente abierta y dejando pasar cierta cantidad de agua y recirculando el resto.
- Acción Inversa: consiste en un resorte que está accionado por un bimetálico o similar de tal manera que si aumenta la temperatura de la zona acondicionada por efecto térmico mueve un resorte que hace que pueda pasar más agua hacia la batería.

El tipo de termostato será todo – nada para todos los casos. (Figura 5.25)

	Zona	Tipo	Espacio	Subsistema secundario	Tipo termostato	Ancho de banda (°C)	Consigna Ref.	Cosigna Cal.
1	ZAP1	Acondicionada	EAP1	Climatizadora	n/a	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
2	Z_P01_E08	Acondicionada	P01_E08_Gestión	Uta1	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
3	Z_P01_E09	Acondicionada	P01_E09_Jefe G.1	Uta2	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
4	Z_P01_E10	Acondicionada	P01_E10_Archivo	Uta3	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
5	Z_P01_E11	Acondicionada	P01_E11_Comité	Uta4	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
6	Z_P01_E12	Acondicionada	P01_E12_Formaci	Uta5	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
7	Z_P01_E13	Acondicionada	P01_E13_Vestuar	Uta6	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
8	Z_P01_E21	Acondicionada	P01_E21_Hall	Uta7	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
9	Z_P02_E01	Acondicionada	P02_E01_Sala Re	Uta8	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
10	Z_P02_E02	Acondicionada	P02_E02_Serv.Qc	Uta9	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
11	Z_P02_E04	Acondicionada	P02_E04_J.C.Reu	Uta10	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
12	Z_P02_E05	Acondicionada	P02_E05_J.Centr	Uta11	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
13	Z_P02_E06	Acondicionada	P02_E06_Jefe Op	Uta12	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
14	Z_P02_E07	Acondicionada	P02_E07_Soporte	Uta13	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
15	Z_P02_E08	Acondicionada	P02_E08_Cafeter	Uta14	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
16	Z_P02_E09	Acondicionada	P02_E09_Reunior	Uta15	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
17	Z_P02_E10	Acondicionada	P02_E10_Jefe Mtr	Uta16	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
18	Z_P02_E11	Acondicionada	P02_E11_Manten	Uta17	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
19	Z_P02_E12	Acondicionada	P02_E12_Ing. Sie	Uta18	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
20	Z_P02_E13	Acondicionada	P02_E13_Ing. Re	Uta19	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
21	Z_P02_E23	Acondicionada	P02_E23_Jefe Adi	Uta20	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
22	Z_P02_E24	Acondicionada	P02_E24_Adminis	Uta21	Todo/Nada	n/a	ANUAL_CONS REI	ANUAL_CONS CA
23	Z_P01_E07	Acondicionada	P01_E07_Sala DC	Split	Todo/Nada	n/a	Siempre 20°C	Siempre 20°C
24	Z_P01_E15	No Acondicionada	P01_E15_N.H.	Split	n/a	n/a	n/a	n/a
25	Z_P01_E17	No Acondicionada	P01_E17_Pasillo	Split	n/a	n/a	n/a	n/a
26	Z_P01_E18	No Acondicionada	P01_E18_Limioez	Split	n/a	n/a	n/a	n/a

Figura 5.25 Propiedades de cada una de las zonas

Una vez que se han realizado los pasos anteriores, se procede a la simulación del edificio. Recuerdese que para ver el efecto de la modificación de las temperaturas, se ha realizado un barrido desde las temperaturas de consigna del escenario de partida o situación inicial del edificio hasta los valores límite que nos marca el RITE.

Los resultados obtenidos en cuanto al consumo de energía final para el caso de la temperatura de consigna de calefacción pueden observarse en la tabla 5.64, en la que la situación inicial viene marcada en negrita.

Tª CONSIGNA INVIERNO	CONSUMO REFRIG. (kWh/año)	CONSUMO CALEF. (kWh/año)	CONSUMO VENT. (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	CONSUMO CLIMATIZ. (kWh/año)	AHORRO (%)	AHORRO ACUM. (%)
24	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	204396,30	0,00	0,00
23	110193,5	10253,1	79622,9	2459,5	202529	0,91	0,91
22	110142,4	7950,3	79619,7	2459,5	200171,9	2,07	2,98
21	110087,9	5415,2	79617,3	2459,5	197579,9	3,33	6,32

Tabla 5.64 Resultados obtenidos al disminuir la consigna de calefacción

Si reflejamos los datos obtenidos en un gráfico podemos ver de una manera más acentuada como disminuye el consumo de energía final en cuanto a calefacción a medida que disminuimos la temperatura de consigna (Figuras 5.26 y 5.27).

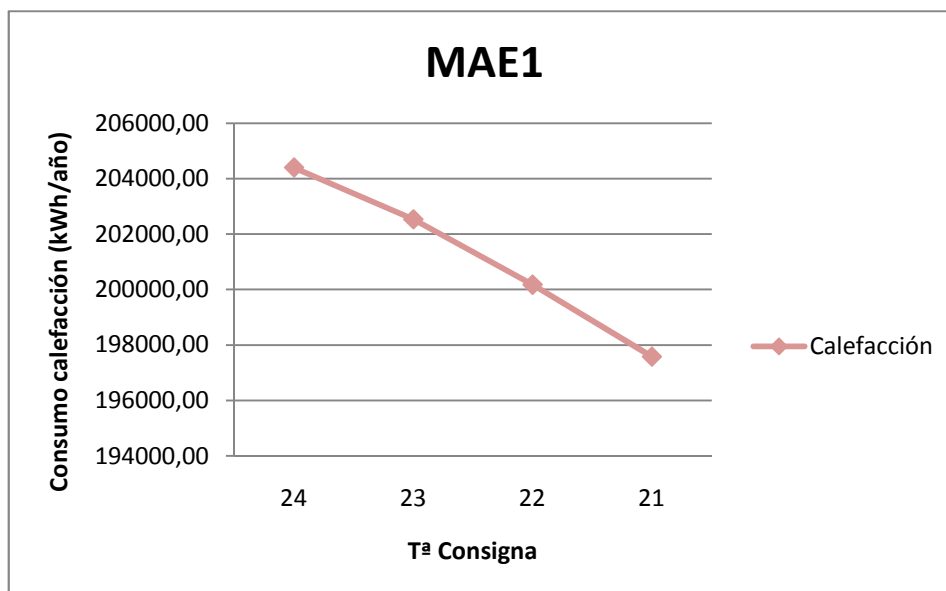


Figura 5.26 Gráfica de disminución del consumo de calefacción en función de la temperatura de consigna

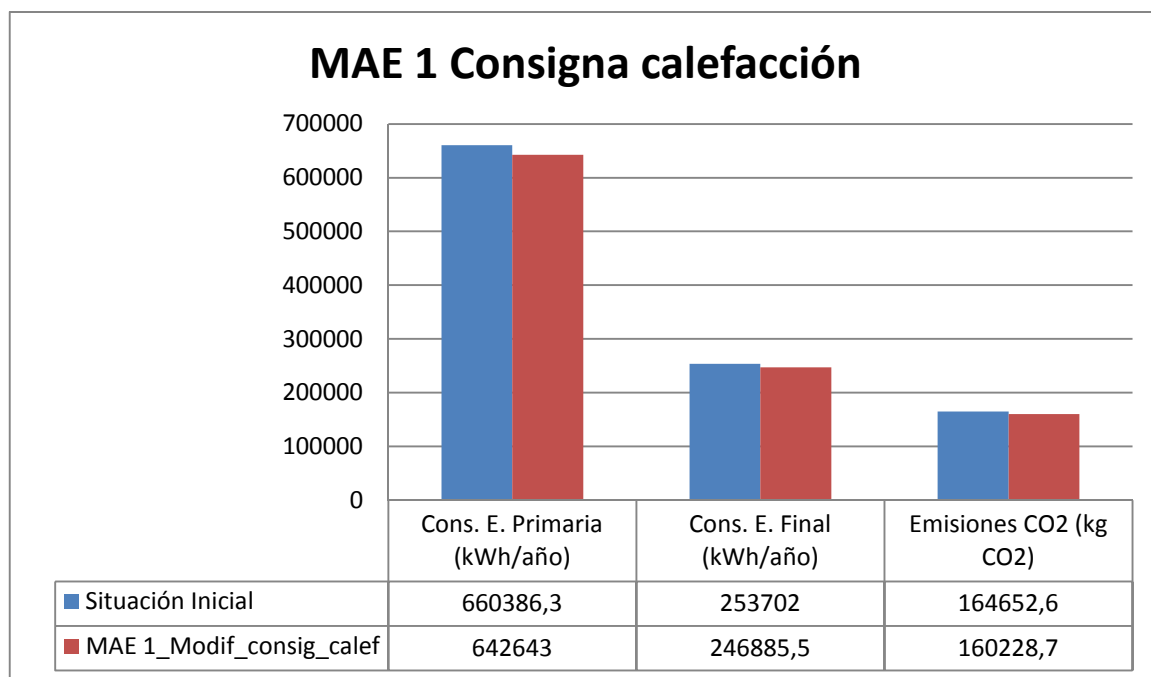


Figura 5.27 Gráfico de los resultados obtenidos para el caso de la calefacción

Para el caso de la temperatura de consigna de refrigeración, partimos de la situación inicial (consigna refrigeración = 20 °C) y vamos aumentando la temperatura hasta los 26 °C que marca el RITE.

Tª CONSIGNA VERANO	CONSUMO REFRIG. (kWh/año)	CONSUMO CALEF. (kWh/año)	CONSUMO VENT. (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	CONSUMO CLIMATIZ. (kWh/año)	AHORRO (%)	AHORRO ACUM. (%)
20	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	204396,3	0	0,00
21	107942,4	12075,2	79186,8	2459,5	201663,9	1,34	1,34
22	105210,8	12074,4	78624,8	2459,5	198369,5	2,95	4,29
23	102359,6	12073,6	78122,5	2459,5	195015,2	4,59	8,88
24	99513,2	12072,8	77732,7	2459,5	191778,2	6,17	15,05
25	96816,6	12072,1	77440,3	2459,5	188788,5	7,64	22,68
26	94354,3	12071,5	77261,6	2459,5	186146,9	8,93	31,61

Tabla 5.65 Resultados obtenidos al aumentar la consigna de refrigeración

En las gráficas siguientes podemos observar la reducción del consumo a medida que vamos aumentando las temperaturas y los resultados obtenidos en cuanto a energía primaria, energía final y emisiones de CO₂.

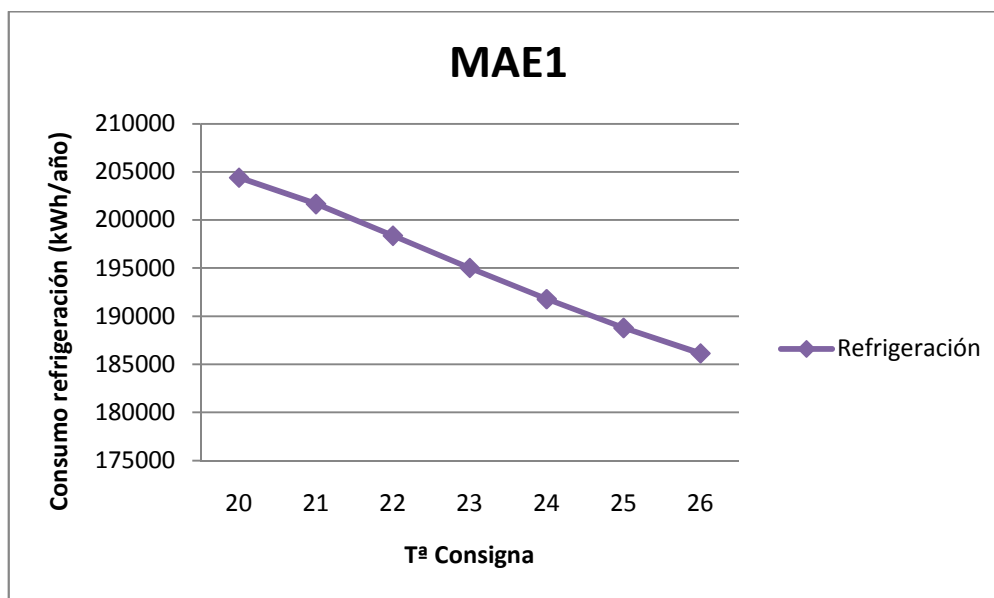


Figura 5.28 Gráfica de disminución del consumo de refrigeración en función de la temperatura de consigna

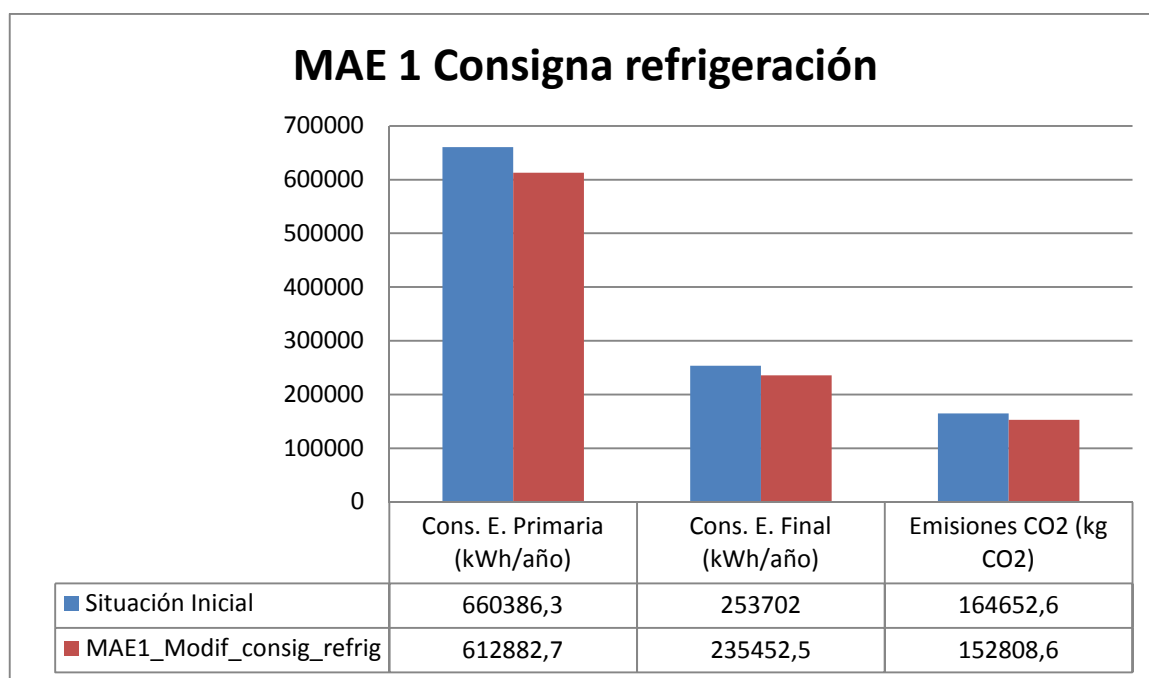


Figura 5.29 Gráfico de los resultados obtenidos en el caso de la refrigeración

Si se tiene en cuenta el ahorro total en energía primaria y energía final derivado de la aplicación de ambas medidas al edificio, se obtienen los siguientes resultados:

$$AEP_{total} = 72.873,8 \text{ kWh/año}$$

$$AEF_{total} = 27.996,1 \text{ kWh/año}$$

$$Emisiones = 18.169,4 \text{ kg CO}_2$$

Los resultados reflejan que mediante la modificación de las consignas de refrigeración y calefacción se obtienen ahorros importantes en cuanto a energía primaria, energía final y emisiones y además, se dará cumplimiento a la nueva modificación del RITE sobre limitación de las temperaturas.

5.2.4.1.2 MAE 2: Modificación del nivel de ventilación

Según la I.T. 1.1.4.2. *Exigencia de calidad del aire interior* del RITE, los edificios deben disponer de un sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes.

En función del uso del edificio o local, la categoría de calidad del aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y estudiantes), salas de lecturas, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.
- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
- IDA 4 (aire de calidad baja).

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación, necesario para alcanzar las categorías de calidad de aire interior mencionadas anteriormente, se calculará de acuerdo con alguno de los cinco métodos que se indican a continuación:

- A. Método indirecto de caudal de aire exterior por persona
- B. Método directo por calidad del aire percibido
- C. Método directo por concentración de CO₂
- D. Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie
- E. Método de dilución

Por tanto, para el edificio de oficinas se requiere una categoría de calidad del aire interior IDA 2, a la que, según el método directo por concentración de CO₂, le corresponde un valor de 500 ppm como puede verse en la tabla siguiente:

Categoría	Ppm (*)	Valor por defecto ppm (*)
IDA 1	< 400	350
IDA 2	400 ÷ 600	500
IDA 3	600 ÷ 1000	800
IDA 4	> 1000	1.200

(*) Concentración de CO₂ por encima de la concentración en el aire exterior

Tabla 5.66 Concentración de CO₂ en los locales según el RITE

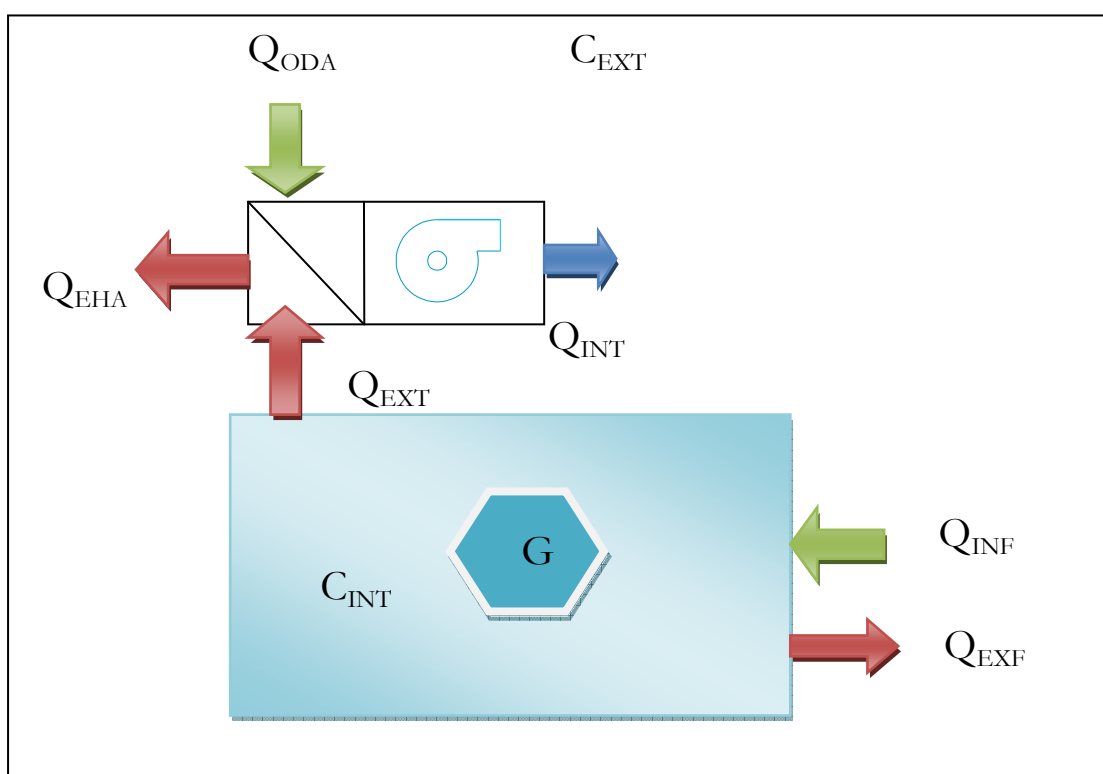


Figura 5.30 Balance de masa del contaminante en el local

Siendo:

Q_{INT} : caudal de aire de impulsión

Q_{EXT} : caudal de aire de extracción

Q_{EHA} : caudal de aire de expulsión

Q_{ODA} : caudal de aire exterior

Q_{INF} : caudal de aire infiltrado

Q_{EXF} : caudal de aire exfiltrado

G : generación interna de contaminante

C_{EXT} : concentración exterior del contaminante

C_{INT} : concentración interior del contaminante

Realizando un balance de masa del contaminante en el local u oficina (Figura 5.30), se obtiene la siguiente ecuación:

$$V \cdot \frac{dC_{INT}}{dt} = (Q_{ODA} + Q_{INF}) \cdot C_{EXT} + G_{CO_2} - (Q_{EHA} + Q_{EXF}) \quad (5.6.)$$

Como normalmente:

$$\left. \begin{array}{l} Q_{INF} \approx 0 \\ Q_{EXF} \approx 0 \\ Q_{ODA} = Q_{EHA} = Q \end{array} \right\} \Rightarrow V \cdot \frac{dC_{INT}}{dt} = Q(C_{EXT} - C_{INT}) + G_{CO_2} \quad (5.7.)$$

Además, según la norma UNE 100-011-91, la tasa de generación de CO_2 de una persona sana con una dieta normal viene dada por:

$$G_{CO_2} = 0,0042 \cdot M \quad (5.8.)$$

Donde:

M: actividad metabólica de las personas que ocupan el local expresada en met. Para personas con actividad metabólica sedentaria se considera igual a 1,2 met.

Introduciendo la eficacia de ventilación " ε_v " en la ecuación (5.7.), se obtiene:

$$V \cdot \frac{dC_{INT}}{dt} = \varepsilon_v \cdot Q(C_{EXT} - C_{INT}) + G_{CO_2} \quad (5.9.)$$

En estado estacionario, la ecuación anterior queda como:

$$Q = \frac{G}{\varepsilon_v \cdot (C_{INT} - C_{EXT})} \quad (5.10.)$$

Siendo:

G : valor medio de generación de CO_2 de la persona media. $G = 0,00462$ l/s· persona

ε_v : eficacia de ventilación, que se determina mediante la tabla 5.70, conociendo la diferencia de temperatura entre el aire de impulsión y la temperatura seca de la sala y el tipo de difusión que exista en el local, si es por mezcla o por desplazamiento. Se determina ε_v para invierno y verano y se elige el valor más crítico. En este caso, $\varepsilon_v = 0,7$.

C_{INT}, C_{EXT} : concentraciones interior y exterior de CO_2 , respectivamente. Se considera una variación de concentración de CO_2 entre el interior y el exterior de $\Delta C = 600$ ppm.

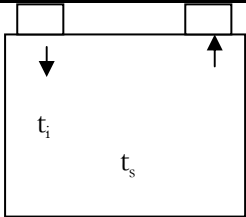
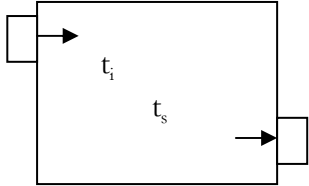
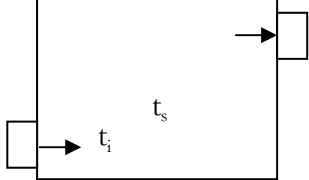
<i>Tipo de ventilación</i>	<i>Diferencia de temperatura t_i-t_s</i>	<i>Eficacia de ventilación</i>	<i>Esquema</i>
<i>Mezcla</i>	< 0	$0,9 \div 1$	
	$0 \div 2$	$0,9$	
	$2 \div 5$	$0,8$	
	> 5	$0,4 \div 0,7$	
<i>Mezcla</i>	< -5	$0,9$	
	$0 \div -5$	$0,9 \div 1$	
	> 0	1	
<i>Desplazamiento</i>	< 0	$1,2 \div 1,4$	
	$0 \div 2$	$0,7 \div 0,9$	
	> 2	$0,2 \div 0,7$	

Tabla 5.67 Valores de la eficacia de ventilación en función del tipo de difusión

Sustituyendo los valores anteriores en la ecuación (5.10.), se obtiene el caudal de aire exterior mínimo por persona:

$$Q = 11 \frac{l}{s \cdot persona} \rightarrow Q = 39,6 \frac{m^3}{h \cdot persona}$$

En la siguiente tabla pueden verse los caudales calculados según el número de personas que ocupan cada uno de los espacios acondicionados del edificio:

ESPACIO	A(m ²)	Ocupación (personas)	Q_TAE (m ³ /h)
P01_E01	21,41	4	158,4
P01_E02	21,26	1	39,6
P01_E03	13,61	1	39,6
P01_E04	7,15	1	39,6
P01_E05	32,66	1	39,6
P01_E06	140,99	2	79,2
P01_E08	31,42	4	158,4
P01_E09	28,44	1	39,6
P01_E10	60,55	1	39,6
P01_E11	40,73	1	39,6
P01_E12	50,94	2	79,2
P01_E13	31,44	2	79,2
P01_E21	91,71	1	39,6
P02_E01	60,63	6	237,6
P02_E02	30,54	1	39,6
P02_E04	29,82	6	237,6
P02_E05	30,49	1	39,6
P02_E06	30,8	1	39,6
P02_E07	29,64	1	39,6
P02_E08	28,44	8	316,8
P02_E09	21,86	5	198
P02_E10	27,37	1	39,6
P02_E11	111,71	5	198
P02_E12	16,05	1	39,6
P02_E13	15,4	1	39,6
P02_E23	30,2	1	39,6
P02_E24	167,29	8	316,8

Tabla 5.68 Caudales necesarios en cada oficina según RITE

Por tanto, el caudal exterior total que debe ser suministrado por la climatizadora de aire primario es:

$$Q_{total} = 2.692,8 \frac{m^3}{h}$$

El valor obtenido de caudal de aire exterior indica que se puede reducir el nivel de ventilación actual. Por tanto, esta medida de ahorro consiste en reducir el caudal de la unidad de tratamiento de aire central hasta el valor de caudal obtenido según RITE. Para llevar a cabo la simulación en CALENER, se introduce el valor calculado en el caudal del ventilador de impulsión de la climatizadora (Figura 5.31).

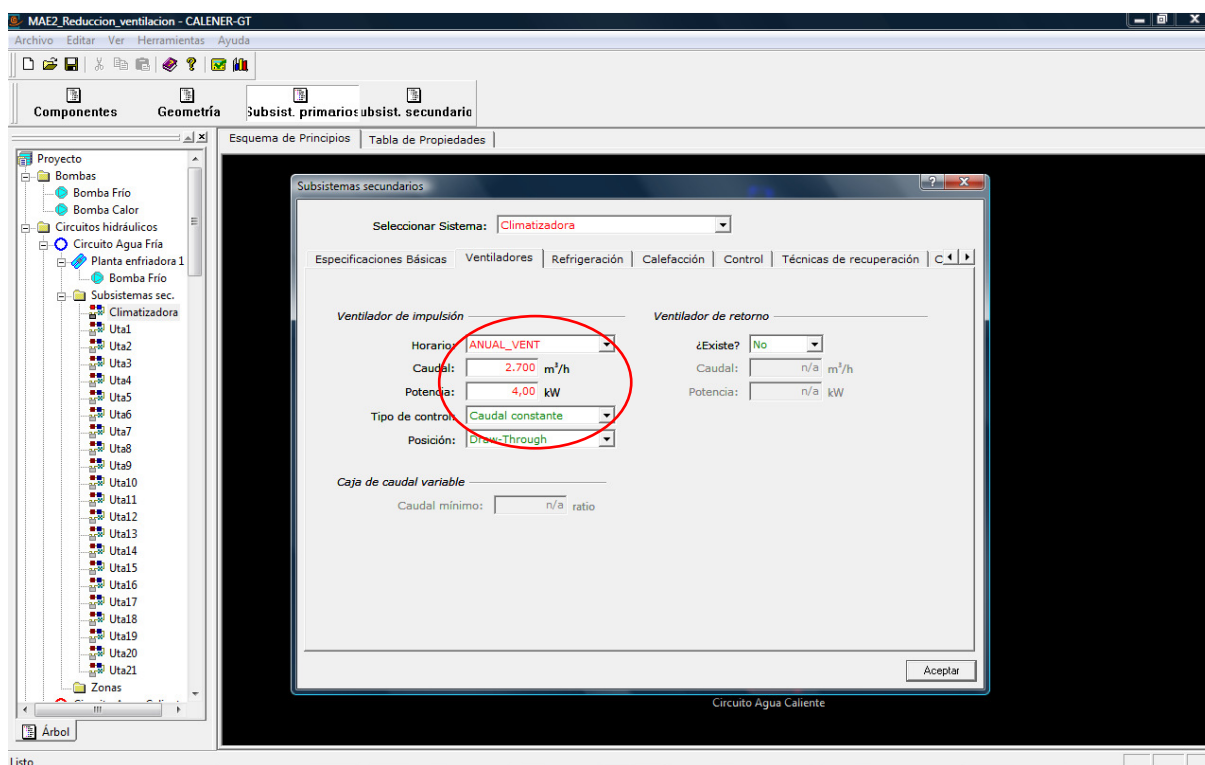


Figura 5.31 Modificación del caudal de la climatizadora en CALENER

Una vez que se ha modificado el caudal del ventilador de impulsión al valor calculado, se simula dicha medida. En el siguiente gráfico puede observarse la reducción de consumos y emisiones obtenida con la aplicación de la medida, lo que conlleva los ahorros determinados en la tabla 5.69.

SITUACIÓN	Consumo E. Primaria (kWh/año)	Consumo E. Final (kWh/año)	Emisiones CO ₂ (kg CO ₂)
INICIAL	660386,3	253702	164652,6
MAE 2	653314,8	250985,3	162889,5
AHORRO (kWh/año)	7071,5	2716,7	1763,1

Tabla 5.69 Ahorros obtenidos para la MAE 2

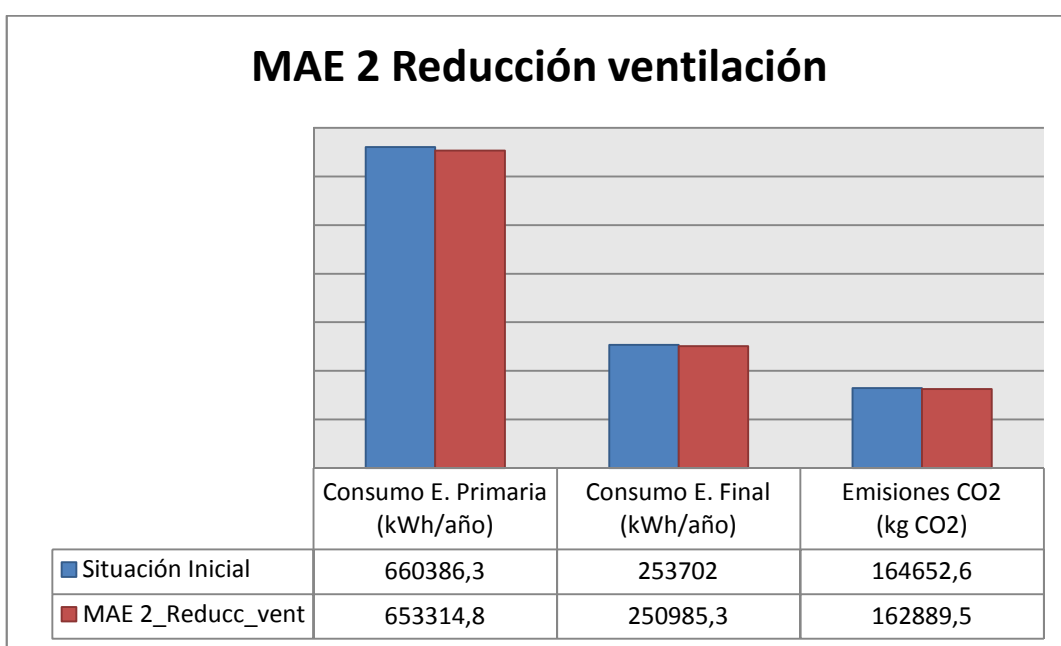


Figura 5.32 Resultados obtenidos para la reducción del nivel de ventilación

5.2.4.1.3 MAE 3: Modificación del nivel de aislamiento del edificio

Variaciones en el aislamiento de paredes, suelos y techos pueden repercutir en la disminución del consumo energético del mismo.

Por ejemplo, aislar térmicamente un edificio consiste en lograr que aquellos elementos que están en contacto con el exterior y con otras estancias anexas (muros exteriores, fachadas, cubiertas, tabiques, huecos de ventanas y puertas...) aumenten su resistencia al paso del calor, empleando para ello distintas soluciones con materiales aislantes.

El cerramiento exterior del edificio está realizado mediante fábrica de $\frac{1}{2}$ pie de ladrillo color paja enfoscado interiormente; cámara de aire con aislamiento de manta de fibra de vidrio de 30 mm de espesor y trasdosado interior mediante tabicón de fábrica de ladrillo hueco de 7 cm de espesor, enfoscado el interior y pintado con pintura vinílica, con acabado de gota aplastada. Para proporcionar un mayor nivel de aislamiento al edificio se han propuesto dos opciones: la primera consiste en la adición de una capa de 2 cm de mortero monocapa a todo el exterior del edificio y la otra opción estudiada es añadir una cámara de aire de 5 cm y ladrillo hueco doble de 6 cm.

Para simular en CALENER dichas opciones se modificarán todos los cerramientos exteriores en el caso de la primera opción, añadiéndoles una nueva capa de mortero monocapa, material que será previamente importado de la librería del programa y en el segundo caso, añadiendo la cámara de aire y el tabicón de ladrillo hueco. (Figura 5.33)

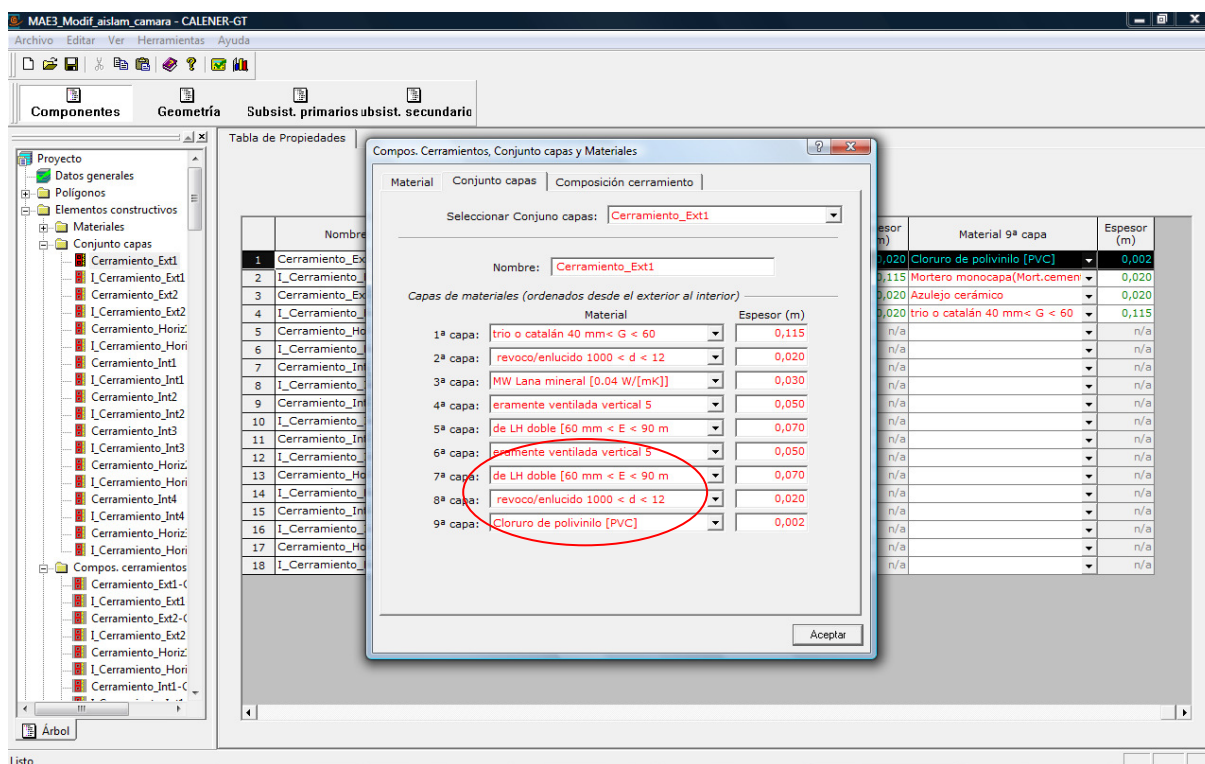


Figura 5.33 Modificación de los cerramientos exteriores en CALENER

Para el caso que nos ocupa, los resultados obtenidos (Tablas 5.70 y 5.71) reflejan que aumentar el aislamiento del edificio no proporciona ahorros energéticos. Esto se debe a que el mayor nivel de aislamiento redunda en un aumento de las temperaturas internas, lo que conlleva al crecimiento del consumo energético de refrigeración en ambos casos. Si bien el consumo de calefacción disminuye (como era de esperar) su ahorro energético se ve mermado por el aumento que ha supuesto el consumo de refrigeración.

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIG. (kWh/año)	CONSUMO CALEF. (kWh/año)	CONSUMO VENT. (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	204396,30
Capa 2 cm	110253,4	12048,1	79634,4	2459,5	204395,40
AHORRO (kWh/año)	-25,8	27,8	-1,10	0	0,90
AHORRO (%)	0,00	0,230	-0,001	0	0,000

Tabla 5.70 Desglose de consumos en cuanto a la energía final para la aplicación de mortero

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIG. (kWh/año)	CONSUMO CALEF. (kWh/año)	CONSUMO VENT. (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	204396,30
Cámara aire	110546,4	11851	79648,8	2459,5	204505,70
AHORRO (kWh/año)	-318,8	224,9	-15,50	0	-109,40
AHORRO (%)	0,00	1,862	-0,019	0	-0,054

Tabla 5.71 Resultados del consumo de energía final asociado a la adición de
la cámara de aire

5.2.4.1.4 MAE 4: Modificación acristalamientos

Las ventanas suelen ser las causas de elevadas pérdidas de calor en el invierno y de calentamiento no deseado en el verano. Para mejorar las características térmicas de las ventanas del edificio de oficinas, habrá que prestar atención a dos componentes: el marco y el vidrio.

Las ventanas con acristalamiento sencillo son las más ineficientes y las que ofrecen mayores pérdidas de energía. En el edificio de oficinas los acristalamientos son vidrios doble *climalit* con cámara de aire de 6 cm, contando con marco de tipo metálico, por lo que las pérdidas se reducen.

Las fachadas al Sur tienen grandes aportaciones solares en invierno y moderadas en verano. Por el contrario, las fachadas al Norte tienen pocas ganancias solares y lumínicas e importantes pérdidas térmicas y las fachadas orientadas al Este y el Oeste reciben una cantidad equivalente tanto en invierno como en verano. El Este recibe el sol de la mañana y el Oeste el sol de la tarde.

Se han estudiado varias combinaciones de sustitución de los vidrios existentes en función de la fachada del edificio en la que se encuentren. La mejor combinación o medida de ahorro propuesta consiste en la instalación de:

- Vidrios **dobles reflectantes** en el este y el oeste. Estos vidrios contienen una capa metálica en una de sus caras que le confieren la propiedad de reflexión y control solar. Una parte de la energía solar que incide en el acristalamiento se transmite directamente a través del vidrio, otra parte es rechazada por la reflexión y el resto es absorbido por el propio vidrio y se irradia hacia el exterior e interior.

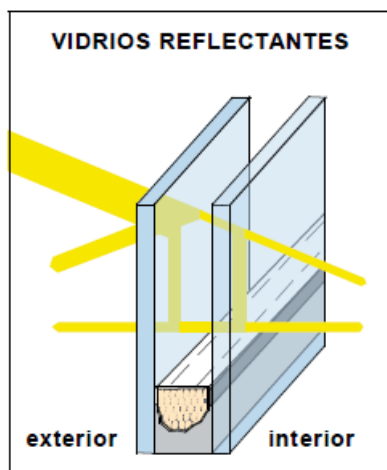


Figura 5.34 Características de los vidrios reflectantes

- Vidrios **bajo emisivos** en el sur, ya que se trata de un vidrio que reduce las pérdidas de calor desde el interior. Se trata de una capa neutra reductora en gran medida de las pérdidas de calor por radiación, reflejando la mayor parte del mismo hacia el lado interno del local calefactado. El resultado de la incorporación de un bajo emisivo en un doble acristalamiento se traduce en un ahorro energético, menores pérdidas del calor generado en el local y por tanto, un mayor confort, con ahorro importante a la hora de mantener las condiciones de habitabilidad.

Para simular esta MAE en CALENER_GT se sustituyen los vidrios dobles del escenario de partida por los citados anteriormente en función de la fachada del edificio en la que se encuentren, excepto en los aseos y vestuarios, escaleras y sala de máquinas (ya que estas ventanas son muy pequeñas y con dispositivos de lamas fijos exteriores, lo que minimizará el posible efecto del cambio de vidrio). Los nuevos vidrios deben ser importados previamente de la librería del programa. (Figura 5.35)

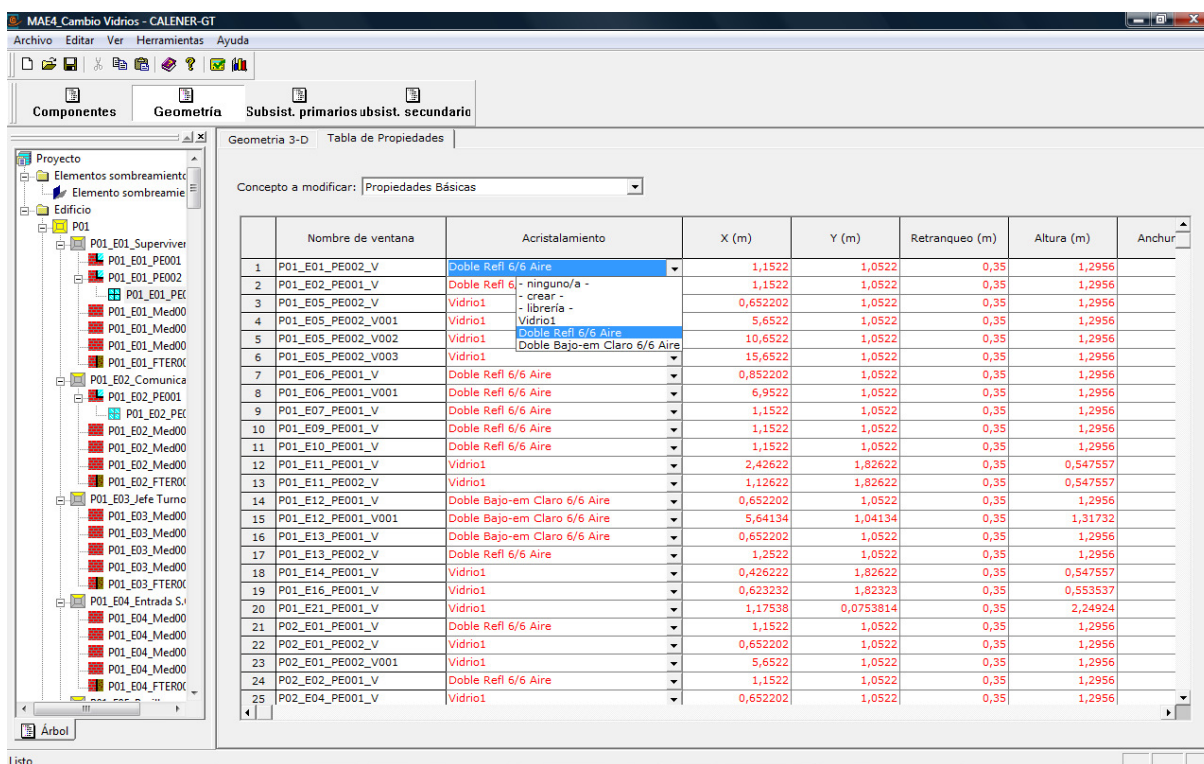


Figura 5.35 Modificación de los vidrios en CALENER_GT

Una vez que se han sustituido todos los vidrios, se procede a la simulación, cuyos resultados se muestran a continuación:

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIGERACIÓN (kWh/año)	CONSUMO CALEFACCIÓN (kWh/año)	CONSUMO VENTILACIÓN (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	204396,30
Cambio Vidrios	108988,9	12640,7	79441,6	2459,5	203530,70
AHORRO (kWh/año)	1238,7	-564,8	191,70	0	865,60
AHORRO (%)	1,12	-4,677	0,241	0	0,423

Tabla 5.72 Resultados del consumo de energía final asociado a la sustitución de los vidrios

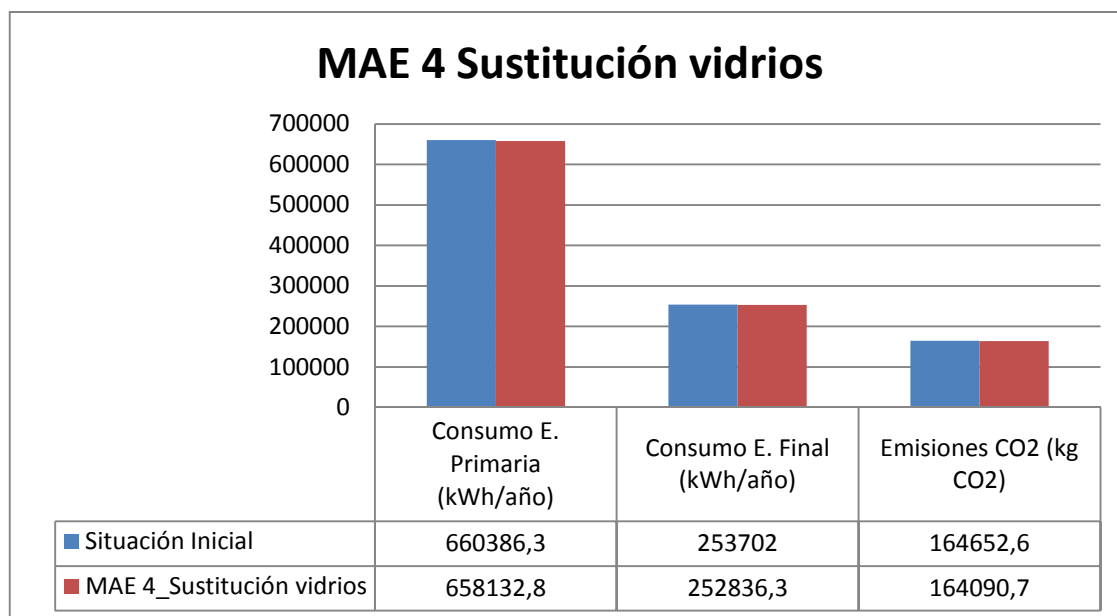


Figura 5.36 Comparación de resultados de consumos y emisiones para la MAE 4

El consumo de calefacción se ve incrementado (tabla 5.72) con la aplicación de esta medida debido, posiblemente, a la instalación de los vidrios dobles reflectantes. Este tipo de cristales rechaza una parte de la energía solar debido a la reflexión, hecho que participará en la disminución de la temperatura interior de los espacios y que por tanto, podrá provocar que se requiera un mayor consumo para la calefacción de los mismos.

Los resultados obtenidos son muy parecidos a los de la situación inicial, por lo que la aplicación de esta medida al edificio no produce ahorros significativos.

5.2.4.1.5 MAE 5: Control Solar

La orientación predominante del edificio es determinante de cara a los efectos que la insolación tendrá en el mismo. El criterio general es que la orientación de la fachada hacia el sur es la más favorable, ya que permite una fácil protección de los rayos solares al mediodía, y reduce la exposición a la insolación de la mañana y de la tarde, que es más difícil de evitar y puede provocar sobrecalentamientos al inicio y/o al final del día.

En función de las condiciones que aportan cada una de las orientaciones y teniendo en cuenta también la estación del año en la que nos encontremos, se estudian dos medidas de ahorro energético: 1.- el uso de dispositivos de control solar interior y 2.- la instalación de persianas exteriores.

- 1) Uso de dispositivos de control solar interior.** Se trata de la utilización correcta de los estores o cortinas interiores existentes en el edificio de oficinas en función de la orientación de la fachada en la que se encuentren y de la estación del año. Para simular esta medida en CALENER es necesario crear cuatro horarios de ganancia solar, uno para cada orientación (norte, sur, este y oeste) teniendo en cuenta además si es verano o invierno.

El horario de ganancia solar define la variación temporal de un múltiplo de la ganancia solar a través de la ventana. Es decir, la ganancia solar a través de la ventana se multiplicará hora a hora por el valor especificado en este horario. Con esta propiedad se puede representar el efecto de los dispositivos de sombra móviles tales como persianas, cortinas, toldos, etc.

La siguiente tabla muestra los valores típicos por los que se debe multiplicar la ganancia de calor solar cuando se colocan distintos tipos de dispositivos de sombra móviles sobre ventanas con distintos tipos de acristalamiento. Cuando no exista el dispositivo de sombra o éste se encuentre recogido el valor debe ser igual a 1.

Dispositivo de sombra (cortina)	Tipo de acristalamiento					
Posición	Transmisividad	Color	Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Interior	Opaca	Blanco	0,33	0,43	0,52	0,47
		Pastel	0,45	0,55	0,63	0,60
		Oscuro	0,58	0,68	0,74	0,73
		Negro	0,70	0,80	0,85	0,85
	Medio translúcida	Blanco	0,44	0,52	0,59	0,55
		Pastel	0,56	0,64	0,70	0,68
		Oscuro	0,69	0,76	0,81	0,81
		Negro	0,75	0,83	0,87	0,87
	Muy translúcida	Blanco	0,61	0,67	0,72	0,70
		Pastel	0,67	0,73	0,78	0,76
		Oscuro	0,73	0,79	0,83	0,82
		Negro	0,79	0,85	0,89	0,89
Exterior	Opaca	Blanco	0,05	0,04	0,04	0,03
		Pastel	0,08	0,07	0,06	0,05
		Oscuro	0,12	0,09	0,08	0,06
		Negro	0,15	0,12	0,11	0,08
	Medio translúcida	Blanco	0,25	0,25	0,25	0,23
		Pastel	0,28	0,27	0,27	0,25
		Oscuro	0,31	0,30	0,30	0,27
		Negro	0,33	0,31	0,31	0,28
	Muy translúcida	Blanco	0,46	0,47	0,47	0,45
		Pastel	0,48	0,48	0,49	0,46
		Oscuro	0,50	0,49	0,50	0,47
		Negro	0,51	0,51	0,51	0,48

Tabla 5.73 Valores típicos de reducción de la ganancia solar al aplicar protecciones. (Fuente CEN prEN 13363-1)

Como se trata de un vidrio doble y suponiendo la instalación de una cortina interior de tono pastel, el valor de reducción de la ganancia solar que se ha tomado para la definición de los horarios es de 0,64, según la tabla anterior. Los horarios diarios de ganancia solar creados para el edificio de oficinas pueden verse en la tabla de la página siguiente. De la misma forma que en el apartado 5.2.1.3. *Horarios de funcionamiento*, se definirán los horarios semanales vinculados a estos horarios diarios (de acuerdo al calendario laboral del año en curso) y por último, los horarios anuales asociados a los semanales.

Nombre Horario	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Horario Sombra Sur Inv	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Horario Sombra Sur Ver	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Horario Sombra Norte Inv	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Horario Sombra Norte Ver	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Horario Sombra Este Inv	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Horario Sombra Este Ver	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Horario Sombra Oeste Inv	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Horario Sombra Oeste Ver	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1

Tabla 5.74 Horarios diarios de ganancia solar definidos en CALENER

Una vez que se han definido los horarios, para cada uno de los vidrios del edificio se selecciona el horario correspondiente de acuerdo a la orientación de la fachada en la que se encuentren.

- 2) Instalación de persianas exteriores.** se trata de utilizar obstáculos que ayuden a reducir y controlar la cantidad de radiación solar que entra a través de las superficies acristaladas del edificio, es decir, disminuir las ganancias solares, manteniendo el confort de iluminación en el interior. Para ello se propone la instalación de dispositivos de control solar exterior, concretamente, persianas enrollables de plástico con relleno de aislante. Se definen cuatro horarios de ganancia solar de tipo fracción con el coeficiente que corresponda de la tabla 5.73, que es de 0,04 para cristal doble considerando la instalación de una persiana opaca blanca de plástico con relleno de aislante.

Además, habrán de definirse otros cuatro horarios de transmisión debido a que la conducción térmica a través del vidrio se verá modificada también con la adición de dicho dispositivo de control solar. (Ver tabla 5.75)

Nombre Horario	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Horario transm Sur Inv	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Horario transm Sur Ver	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Horario transm Norte Inv	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Horario transm Norte Ver	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Horario transm Este Inv	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Horario transm Este Ver	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Horario transm Oeste Inv	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Horario transm Oeste Ver	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	1	1

Tabla 5.75 Horarios diarios de transmisión considerados

El horario de transmisión define la variación temporal de un múltiplo de la conducción de calor a través de ventanas por transmisión. Es decir, la cantidad de calor por conducción a través de la ventana se multiplicará hora a hora por el valor especificado en este horario, que será de 0,64 considerando la instalación de una persiana opaca blanca con relleno de aislante (Ver tabla 5.76)

Tipo de persiana	Tipo de acristalamiento			
	Simple	Doble	Triple	Doble bajo emisivo
Persiana enrollable de aluminio	0,59	0,74	0,81	0,84
Persiana enrollable de madera y plástico sin relleno de aislante	0,52	0,68	0,76	0,80
Persiana enrollable de plástico con relleno de aislante	0,48	0,64	0,72	0,77
Persianas de madera de 25 a 30 mm de espesor	0,44	0,60	0,69	0,74

Tabla 5.76 Valores de reducción de la transmisión de calor al aplicar protecciones

(Fuente: Norma CEN prEN ISO 10077-1)

Una vez que se han definido los horarios, se selecciona en cada uno de los vidrios el horario que le corresponda en función de la orientación. Posteriormente, se realiza la simulación de dicha medida y se analizan los resultados obtenidos mediante la comparación con el escenario de partida del edificio. En la figura siguiente puede observarse la tabla de propiedades de todos los vidrios del edificio con los horarios definidos de ganancia solar y de transmisión.

Geometría 3-D Tabla de Propiedades

Concepto a modificar: Propiedades Básicas

	Nombre de ventana	Ancho marco (m)	Conductancia marco (U) (W/(m²·K))	Horario ganancia solar	Horario transmisión	Permeabilidad (m³/(h·m²) 100 Pa)
1	P01_E01_PE002_V	0,0522019	5,7	Sombra Oeste	Transm Oeste	50
2	P01_E02_PE001_V	0,0522019	5,7	Sombra Oeste	Transm Oeste	50
3	P01_E05_PE002_V	0,0522019	5,7	Sombra Norte	Transm Norte	50
4	P01_E05_PE002_V001	0,0522019	5,7	Sombra Norte	Transm Norte	50
5	P01_E05_PE002_V002	0,0522019	5,7	Sombra Norte	Transm Norte	50
6	P01_E05_PE002_V003	0,0522019	5,7	Sombra Norte	Transm Norte	50
7	P01_E06_PE001_V	0,0522019	5,7	Sombra Este	Transm Este	50
8	P01_E06_PE001_V001	0,0522019	5,7	Sombra Este	Transm Este	50
9	P01_E07_PE001_V	0,0522019	5,7	Sombra Este	Transm Este	50
10	P01_E09_PE001_V	0,0522019	5,7	Sombra Este	Transm Este	50
11	P01_E10_PE001_V	0,0522019	5,7	Sombra Este	Transm Este	50
12	P01_E11_PE001_V	0,0262216	5,7	Sombra Sur	Transm Sur	50
13	P01_E11_PE002_V	0,0262216	5,7	Sombra Este	Transm Este	50
14	P01_E12_PE001_V	0,0522019	5,7	Sombra Sur	Transm Sur	50
15	P01_E12_PE001_V001	0,0413387	5,7	Sombra Sur	Transm Sur	50
16	P01_E13_PE001_V	0,0522019	5,7	Sombra Sur	Transm Sur	50
17	P01_E13_PE002_V	0,0522019	5,7	Sombra Oeste	Transm Oeste	50
18	P01_E14_PE001_V	0,0262216	5,7	Sin persiana/cortina	Sin persiana/cortina	50
19	P01_E16_PE001_V	0,0232318	5,7	Sin persiana/cortina	Sin persiana/cortina	50
20	P01_E21_PE001_V	0,0753814	5,7	Sin persiana/cortina	Sin persiana/cortina	50
21	P02_E01_PE001_V	0,0522019	5,7	Sombra Oeste	Transm Oeste	50
22	P02_E01_PE002_V	0,0522019	5,7	Sombra Norte	Transm Norte	50
23	P02_E01_PE002_V001	0,0522019	5,7	Sombra Norte	Transm Norte	50
24	P02_E02_PE001_V	0,0522019	5,7	Sombra Oeste	Transm Oeste	50
25	P02_E04_PE001_V	0,0522019	5,7	Sombra Norte	Transm Norte	50

Figura 5.37 Tabla de propiedades de los vidrios del edificio

Se han simulado las dos opciones propuestas por separado. El ahorro en términos de energía final que representa la implantación de cada una de ellas puede verse a continuación:

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIGERACIÓN (kWh/año)	CONSUMO CALEFACCIÓN (kWh/año)	CONSUMO VENTILACIÓN (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	204396,30
Cortina interior	109772,5	11635,4	79165,1	2459,5	203032,50
AHORRO (kWh/año)	455,1	440,5	468,20	0	1363,80
AHORRO (%)	0,41	3,648	0,588	0	0,667

Tabla 5.77 Energía final consumida para la opción de la cortina interior

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIGERACIÓN (kWh/año)	CONSUMO CALEFACCIÓN (kWh/año)	CONSUMO VENTILACIÓN (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	204396,30
Persiana exterior	109019,7	11214,4	79064,4	2410,5	201709,00
AHORRO (kWh/año)	1207,9	861,5	568,90	49	2687,30
AHORRO (%)	1,10	7,134	0,714	2	1,315

Tabla 5.78 Energía final consumida para la opción de las persianas

Si se representan los resultados en un diagrama de barras, se observa que el control solar exterior proporciona un ahorro mayor, lo cual es lógico por la mayor protección frente a la radiación solar que representa la instalación de estos dispositivos frente a los de control interior.

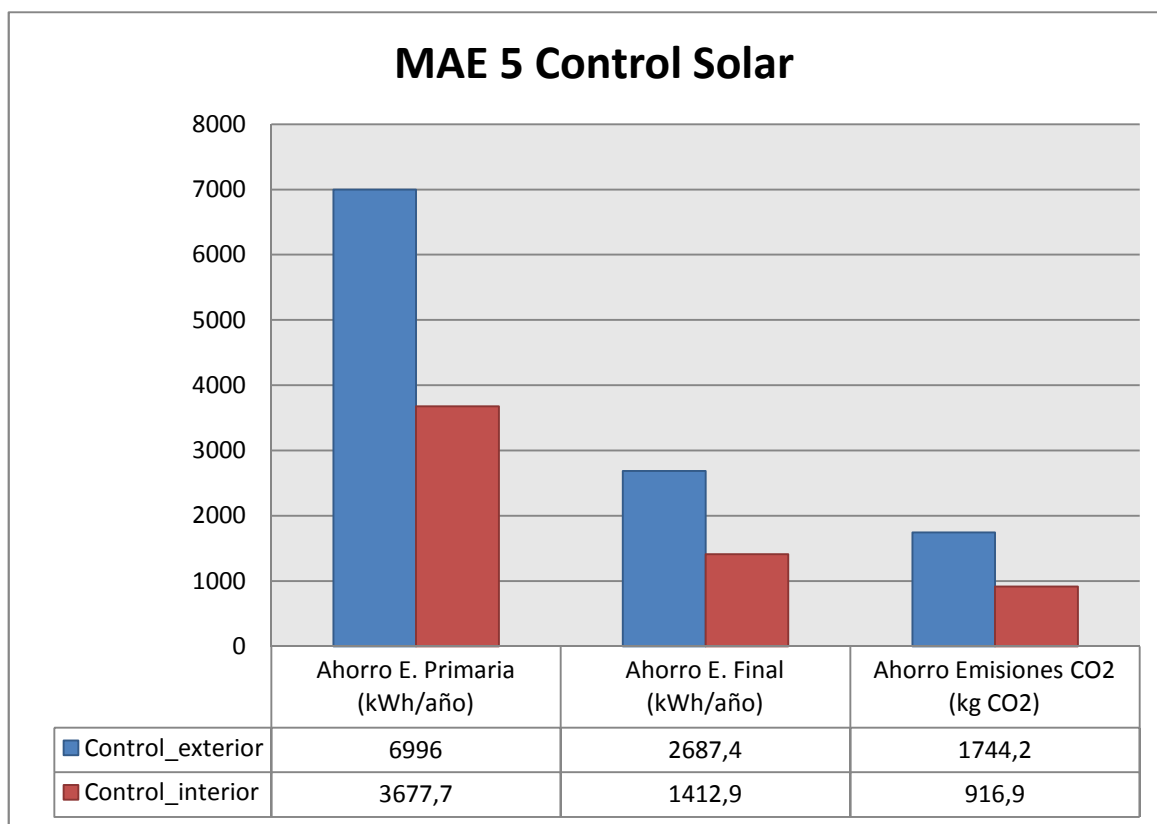


Figura 5.38 Gráfico de ahorros obtenidos para el control solar

5.2.4.2 Subsistemas de generación

5.2.4.2.1 MAE 6: Sustitución de la planta enfriadora

La producción de agua fría o caliente, se realiza mediante una enfriadora de agua monobloque, de condensación por aire, instalada en la azotea del edificio. Se trata de una enfriadora a cuatro tubos con recuperación de calor de *Ross*, modelo TCAE 4140-RC100.

Esta medida de ahorro consiste en la sustitución de la planta enfriadora por otra de mejor rendimiento. En este caso se ha elegido una bomba de calor a dos tubos.

La bomba de calor a dos tubos consiste en una planta enfriadora de compresión mecánica eléctrica reversible, que se conectará a un circuito hidráulico a dos tubos suministrando en algunas ocasiones agua fría y en otras agua caliente (en función de la demanda en cada instante). Se selecciona el modelo THHEB – 2130 del mismo fabricante, cuyas características son las siguientes:

Nombre planta enfriadora	Tipo	Capacidad nominal de refrig. (kW)	Capacidad nominal de calef. (kW)	EER (electricidad)	COP (kWh/kWh)
Planta enfriadora1	Bomba de calor 2T	127,6	145	3,41	3,12

Tabla 5.79 Características técnicas de la bomba de calor 2T

Para simular esta medida en CALENER se crea en primer lugar la bomba del circuito especificando su altura y caudal de impulsión. Posteriormente se crea un circuito a dos tubos (Tabla 5.80) y por último, la planta enfriadora, seleccionando de los ocho tipos existentes en el programa, la bomba de calor 2T. El circuito a dos tubos es aquél circuito que unas veces transporta agua fría y otras caliente, pero nunca puede abastecer simultáneamente el servicio de refrigeración y el de calefacción. Esto equivale a decir que el circuito a dos tubos no tendría

capacidad para atender una inversión térmica simultánea (particularidad que en nuestro caso no se presenta de forma determinante).

Nombre circuito hidráulico	Tipo de circuito	Subtipo	Bomba circuito	Modo de operación	Tª cambio estacional (°C)
Circuito 2T	Dos tubos	Primario	Ninguna	Cambio estacional por tª	25

Tabla 5.80 Propiedades del circuito a dos tubos

En la figura siguiente puede verse la pantalla de definición de la planta enfriadora en CALENER:

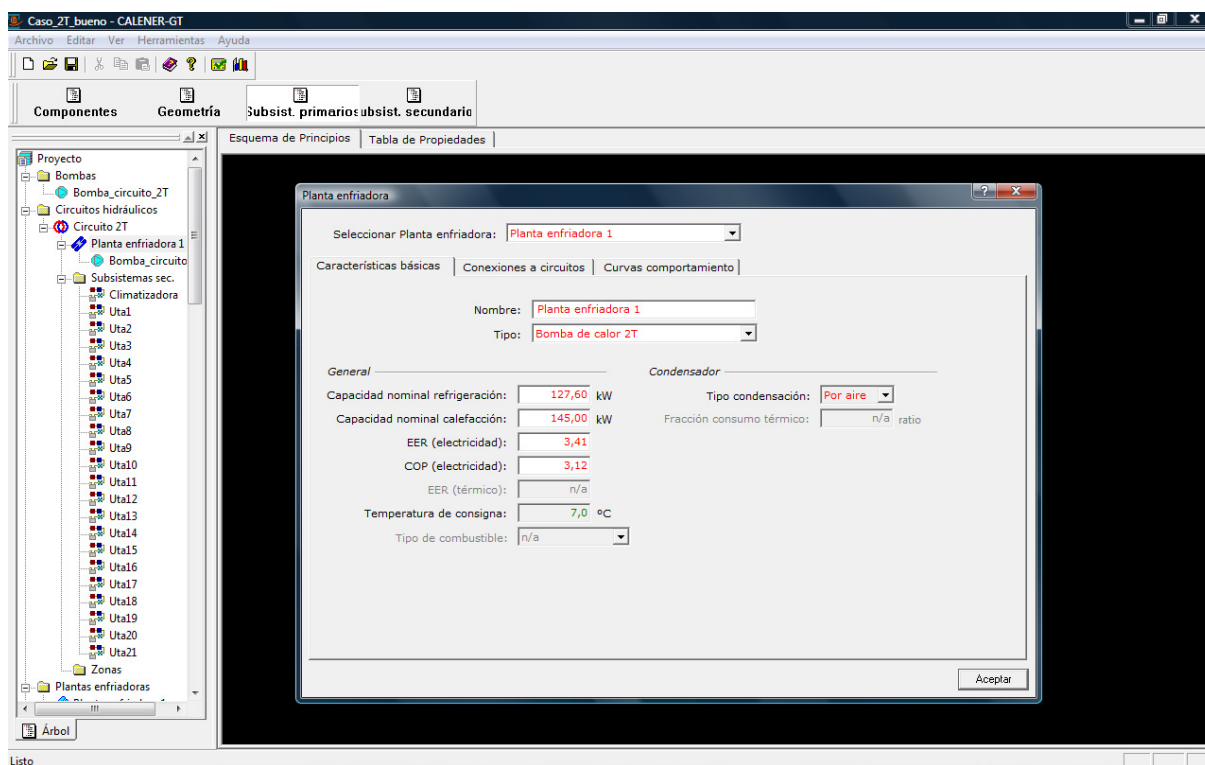


Figura 5.39 Pestaña de definición de la bomba de calor a dos tubos en CALENER

Una vez que se han realizado los pasos anteriores se simula esta medida para ver si se obtiene un ahorro energético en cuanto a la situación inicial, en la cual la planta enfriadora es de tipo

eléctrico con recuperación de calor. Los resultados de la simulación de dicha medida se analizan a continuación:

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIGERACIÓN (kWh/año)	CONSUMO CALEFACCIÓN (kWh/año)	CONSUMO VENTILACIÓN (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	204396,30
Bomba de calor 2T	98781,7	16254,2	77904,5	2801,1	195741,50
AHORRO (kWh/año)	11445,9	-4178,3	1728,80	-342	8654,80

Tabla 5.81 Consumo de energía final para la bomba de calor 2T

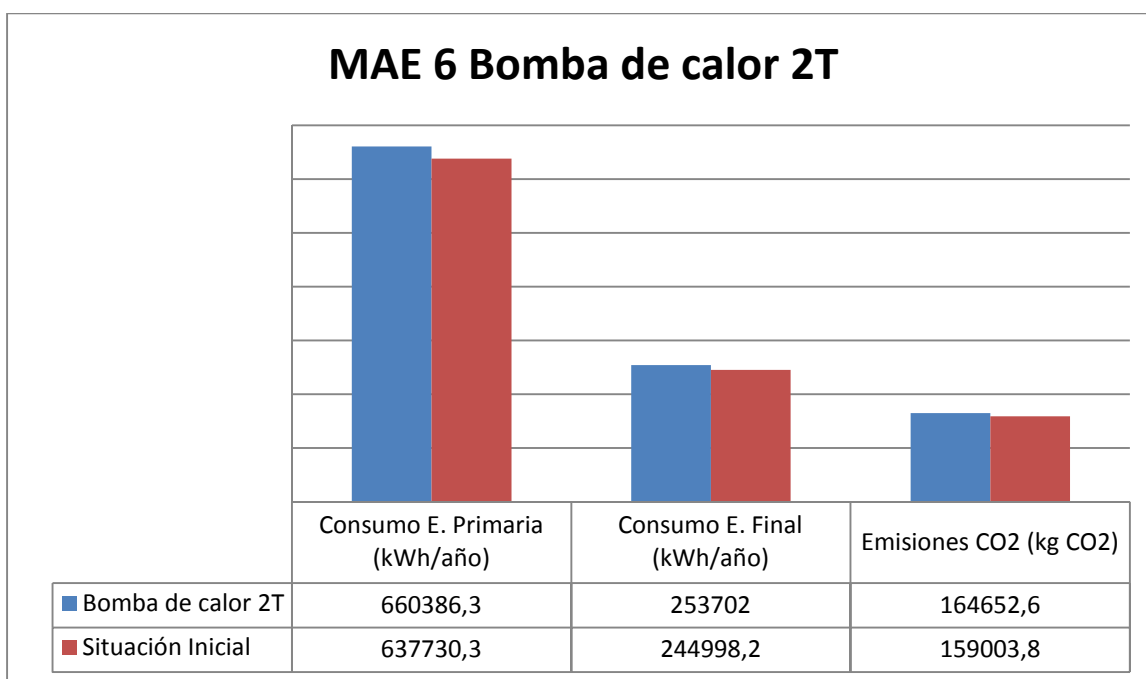


Figura 5.40 Gráfico de los resultados obtenidos para la bomba de calor 2T

Observando los resultados anteriores, se puede concluir que la sustitución de la enfriadora actual por una bomba de calor 2T produce un ahorro energético y ambiental, debido principalmente a que las resistencias eléctricas de apoyo a la calefacción quedarían eliminadas y a que la demanda de calefacción sería cubierta por este equipo.

5.2.4.3 Recuperación de energía

5.2.4.3.1 MAE 7: Enfriamiento gratuito en el Roof_Top

Para asegurar el funcionamiento continuo de la instalación que atiende a la sala de control se dispone de dos bombas de calor aire – aire, quedando una unidad como reserva. Se trata de dos unidades autónomas de Clatesa, modelo IPC-255-Z, tipo Roof-Top y concebidas para la climatización de grandes superficies de uso comercial o industrial.

Se propone la incorporación del juego de compuertas necesario para llevar a cabo el enfriamiento gratuito en dichas bombas de calor. El enfriamiento gratuito es una técnica de recuperación de energía del lado del aire, a veces conocido como “free-cooling”. Consiste en el aprovechamiento de la baja entalpía del aire exterior cuando las condiciones exteriores son favorables como en verano, y así disminuir el uso de los equipos de aire acondicionado.

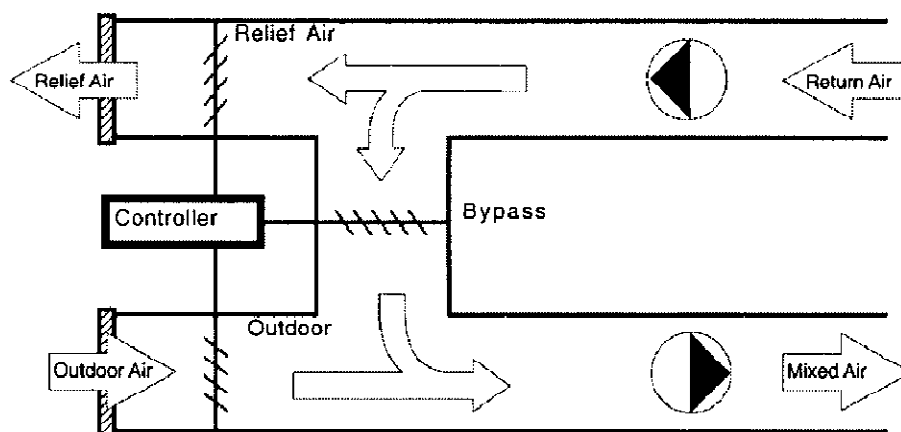


Figura 5.41 Esquema de funcionamiento de “free-cooling”

En el esquema de la figura anterior se detalla el procedimiento más usual para llevar a cabo el “free-cooling”, contando el sistema con un ventilador en la línea de retorno, que puede canalizar dicho aire eliminándolo hacia el exterior, o recirculándolo hacia la unidad de tratamiento de aire. La regulación de la proporción de aire eliminado o recirculado se realiza mediante un juego de compuertas en función del grado de apertura o cierre y de una tercera compuerta en la toma de

aire exterior que opera sincronizadamente con el aire eliminado al exterior y de esa manera, al aumentar el caudal de aire exterior a medida que la compuerta se abre, se va cerrando la del aire recirculado y se abre la del aire expulsado.

Se pueden plantear los siguientes casos:

- Temperatura del aire exterior menor que la del aire de impulsión.
- Temperatura del aire exterior mayor que la temperatura del aire de impulsión, pero menor que la del aire de retorno de los locales.
- Temperatura del aire exterior mayor que la temperatura del aire de retorno de los locales.

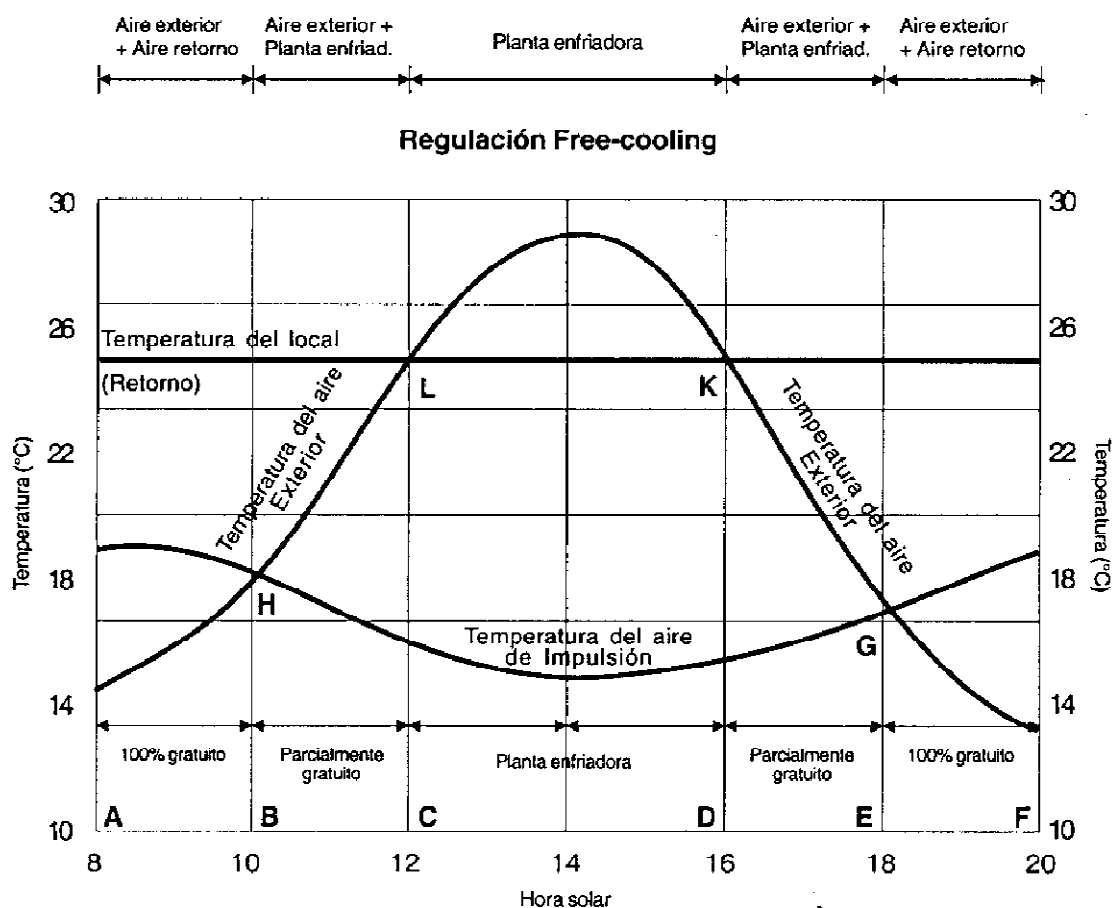


Figura 5.42 Gráfico de regulación de un “free-cooling”

En el gráfico de la figura 5.42 se representa el procedimiento descrito anteriormente, considerando una temperatura del aire del local o de retorno de 25°C y una temperatura mínima de impulsión de 15°C, estableciéndose el pico de carga del local a las 14 horas. Se observa que durante el intervalo horario AB, la temperatura del aire exterior es menor que la de impulsión de modo que el sistema modula las compuertas hasta lograr que la mezcla del aire exterior con el aire recirculado alcance el valor determinado por la curva de temperatura de impulsión, siendo innecesaria la producción de frío.

En el intervalo BC el aire exterior es mayor que la temperatura de impulsión pero inferior a la temperatura de retorno que es la del local, en ese intervalo el sistema frigorífico debe operar parcialmente para bajar la temperatura del aire exterior que se introduce en un 100% hasta alcanzar la temperatura de impulsión requerida por los locales y cuando la temperatura del aire exterior alcanza a la del local constituye el límite del enfriamiento gratuito.

Por último, durante el período CD, donde la temperatura del aire exterior es superior a la temperatura de retorno de los locales, la instalación funciona de forma convencional, para satisfacer las necesidades de ventilación de los locales. Los intervalos DE y EF son similares a los BC y AB.

El sistema descrito se basa en el control por temperatura del aire exterior, pero en algunos casos es conveniente efectuar lo que se denomina control entálpico.

En la figura 5.43 se representa el proceso anteriormente descrito en el ábaco psicrométrico. Si el control del “free-cooling” es por temperatura, existe una zona comprendida entre la temperatura de bulbo seco del local, la temperatura de bulbo húmedo y la curva de saturación rayada en el gráfico, que demuestra que si bien la temperatura seca del aire exterior es menor que la de retorno o del local y por lo tanto puede absorber calor sensible del mismo, la entalpía del aire exterior es mayor que la del aire del local, por lo que es contraproducente el ingreso del mismo en el sistema.

Por ello, en zonas donde durante un elevado número de días se produce esa circunstancia debe siempre efectuarse un control entálpico del sistema. El mismo consiste en determinar en todo

momento los parámetros de temperatura y humedad, integrando automáticamente la entalpía y cantidad de calor del aire exterior y el de retorno de los locales.

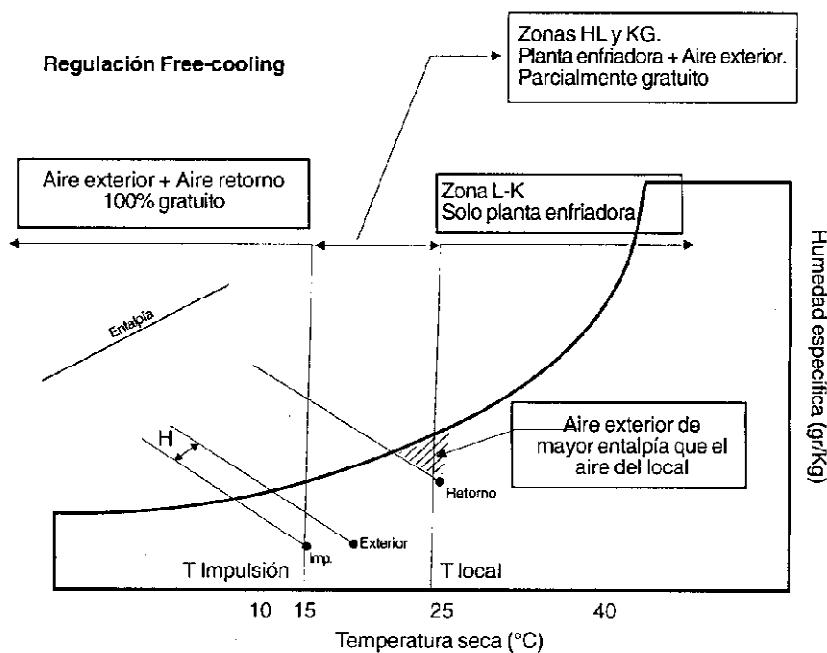


Figura 5.43 Esquema en ábaco psicométrico de regulación del "free-cooling"

Para simular esta medida en CALENER, se debe marcar dicha opción en la pestaña de *Técnicas de recuperación* del subsistema Roof_Top.

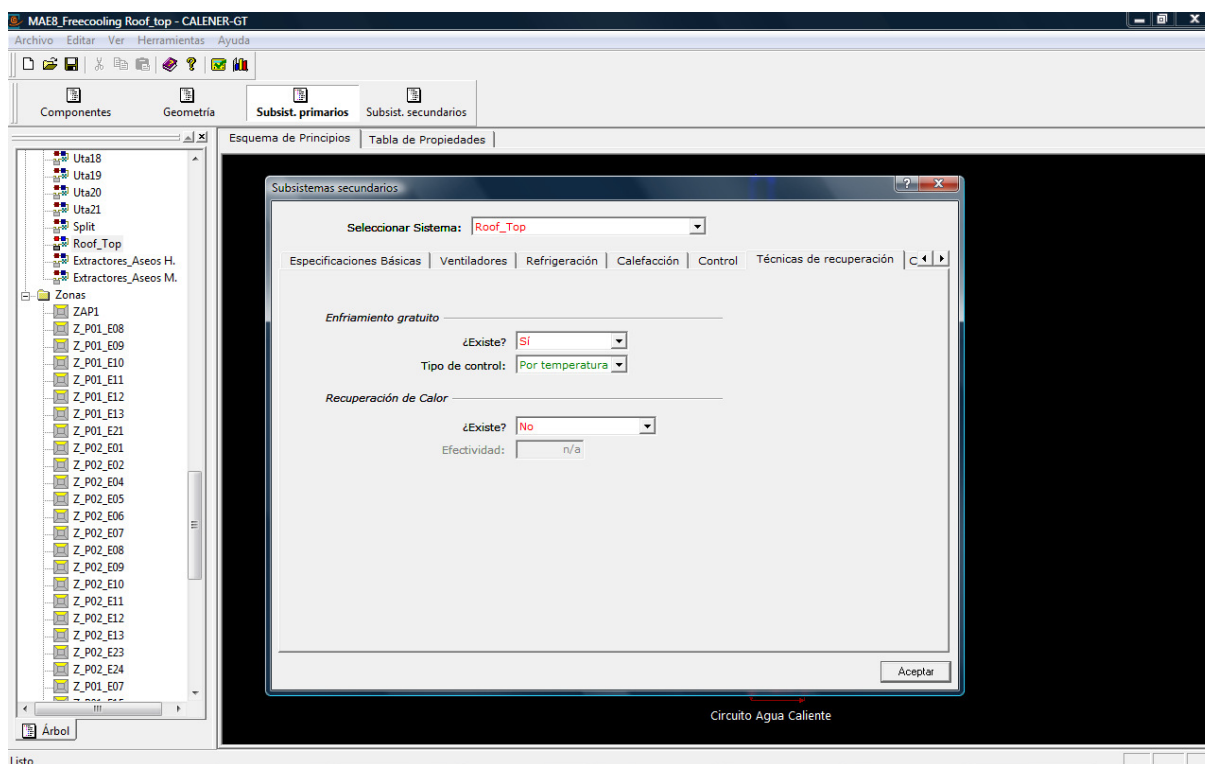


Figura 5.44 Incorporación del enfriamiento gratuito al Roof_Top en CALENER

Como ya se ha adelantado, el tipo de control para el enfriamiento gratuito puede ser:

- **Por temperatura:** Simula el control de enfriamiento gratuito estándar. Las compuertas de aire exterior se cierran hasta el mínimo cuando la temperatura exterior de bulbo seco es mayor que la del aire de retorno.
- **Por entalpía:** Simula un control de enfriamiento gratuito que cierra las compuertas de aire exterior al mínimo cuando la entalpía del aire exterior es mayor que la del aire de retorno.

En este caso, se deja el que viene marcado por defecto en CALENER, que es el control por temperatura y se procede a la simulación de dicha medida.

Los resultados de la simulación de esta medida se detallan a continuación:

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIGERACIÓN (kWh/año)	CONSUMO CALEFACCIÓN (kWh/año)	CONSUMO VENTILACIÓN (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	204396,30
Freecooling Roof Top	87548,4	12220,8	79575,1	2459,5	181803,80
AHORRO (kWh/año)	22679,2	-144,9	58,20	0	22592,50

Tabla 5.82 Ahorro obtenido en cuanto al consumo de energía final con la incorporación del “free-cooling” al Roof-top

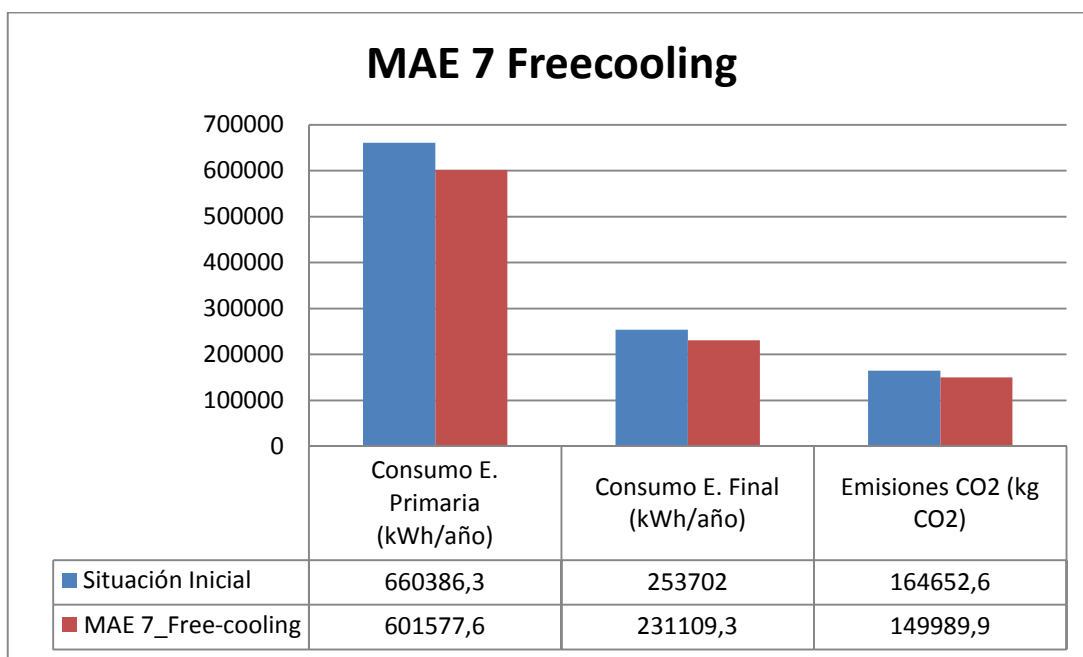


Figura 5.45 Gráfico de los ahorros obtenidos con la aplicación de la MAE 7

Como puede verse en las gráficas anteriores, la aplicación de esta medida aporta un ahorro en energía primaria y final y en emisiones de CO₂. Para llevarla a cabo, se ha contactado con el fabricante de dichos equipos con el fin de consultar la posibilidad de incorporar esta técnica de recuperación de energía a los mismos. Finalmente, se concluye que con la configuración actual de la instalación no es eficaz el enfriamiento gratuito por la composición del aire de entrada a dichos

equipos. Este aire está compuesto por una mezcla entre el aire de retorno de la sala de control y aire exterior procedente de la unidad de tratamiento de aire central, con lo cual se trata de aire ya tratado y por lo tanto, el enfriamiento gratuito no sería posible en este caso. (Figura 5.46)

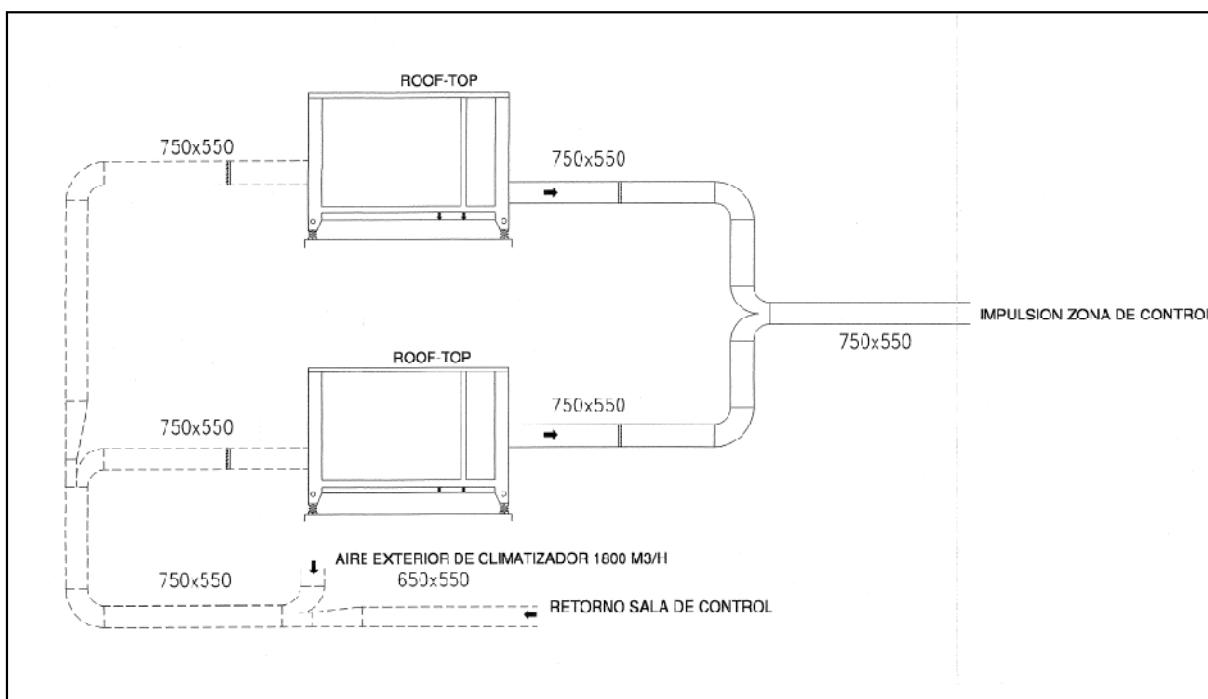


Figura 5.46 Configuración actual de los conductos de aire de entrada al Roof-Top

Esta medida podría aplicarse con otra configuración, para lo cual se requería una gran inversión y por lo tanto, ha sido descartada.

5.2.4.3.2 MAE 8: Recuperación de calor en la climatizadora

Según la IT 1.2.4.5.2 *Recuperación de calor del aire de extracción* del RITE, en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$, se recuperará la energía del aire expulsado. Teniendo en cuenta esta instrucción técnica se propone esta medida, que consiste en la incorporación de la recuperación de calor en la climatizadora o unidad de tratamiento de aire central, modelo CHA-9550 de Airotec. Se trata de recuperar parte de la energía del aire de expulsión para precalentar la corriente de aire exterior en invierno y preenfriarla en verano. Esta energía puede transferirse al aire nuevo que se incorpora, lo que permite reducir la carga de ventilación.

En CALENER se debe marcar la opción de la *Recuperación de calor* en la pestaña *Técnicas de recuperación* de la climatizadora de aire primario definida. Una vez marcada esta opción y aceptando el valor de efectividad que viene por defecto en el programa, se simula dicha medida.

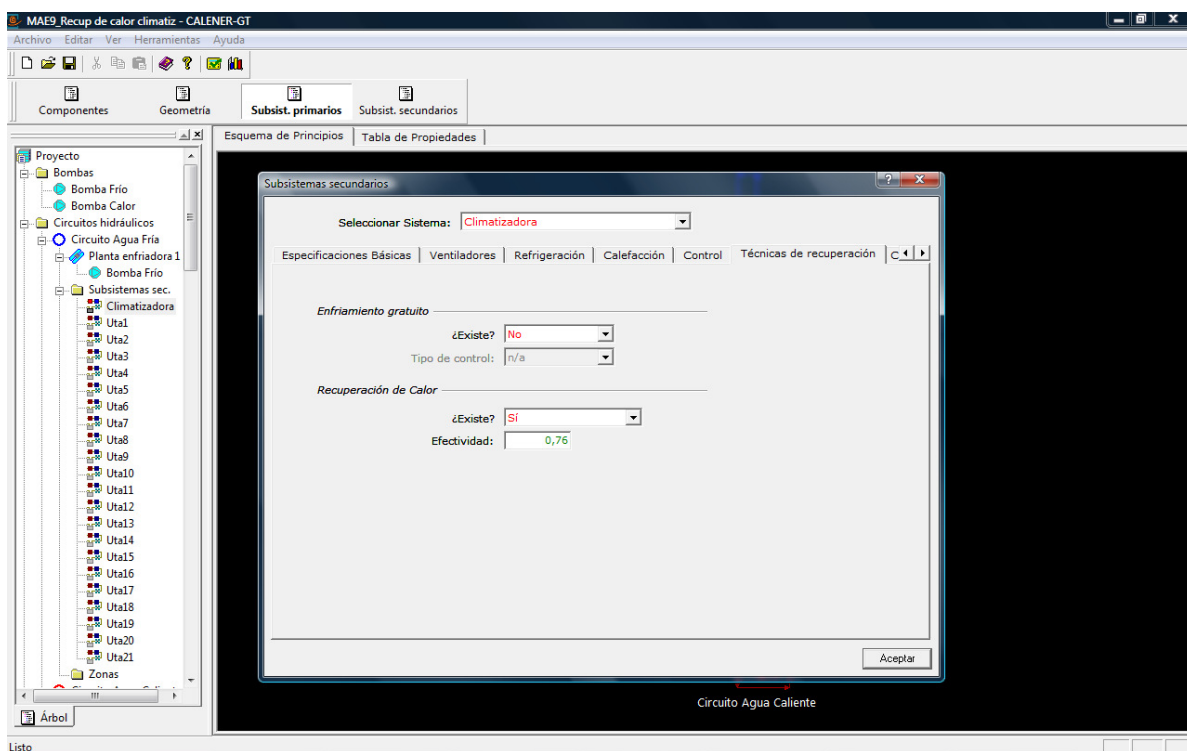


Figura 5.47 Recuperación de calor en el subsistema secundario “Climatizadora”

Una vez simulada esta medida en CALENER, mediante la observación de los resultados se puede concluir que el ahorro obtenido es menor que en el caso anterior y que, además, con la configuración actual de la climatizadora, en la cual el retorno de aire de los diferentes locales no es recirculado a la climatizadora, no es posible la incorporación de esta técnica de recuperación de energía (Ver Plano “*Instalación de climatización. Planta cubierta y casetón*”). Al igual que en el caso anterior, se requería una gran inversión para adaptar el sistema actual y por tanto, esta medida será descartada.

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIGERACIÓN (kWh/año)	CONSUMO CALEFACCIÓN (kWh/año)	CONSUMO VENTILACIÓN (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	204396,30
Recup calor climatiz	107020,1	12220,1	79575	2457,7	201272,90
AHORRO (kWh/año)	3207,5	-144,2	58,30	2	3123,40

Tabla 5.83 Ahorro de energía final asociado a la aplicación de la MAE 8

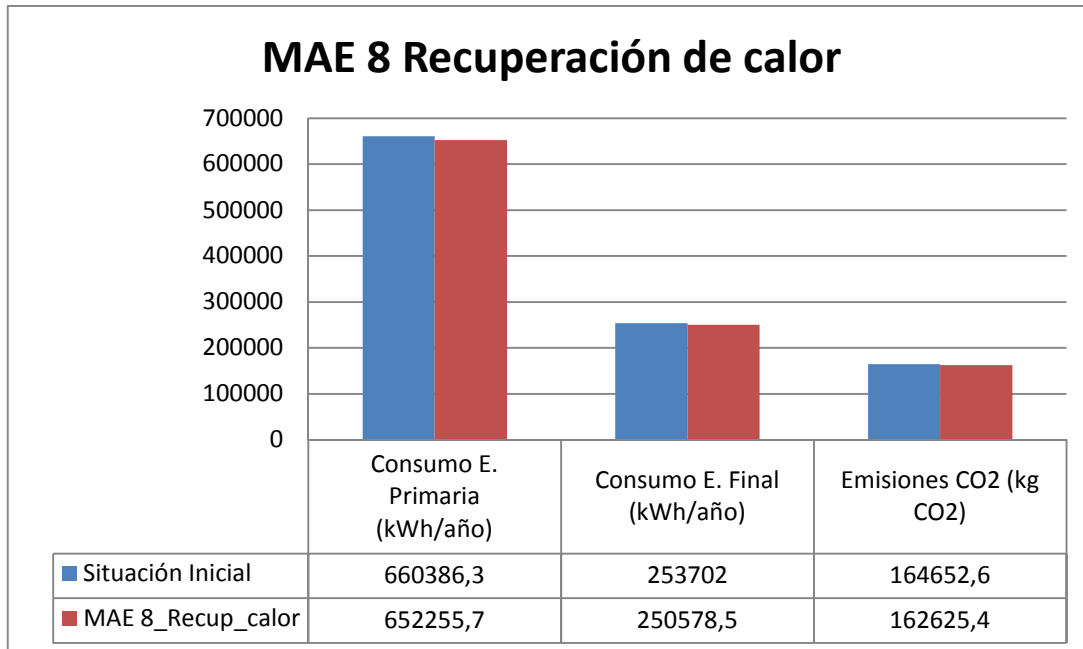


Figura 5.48 Diagrama de los resultados obtenidos con la aplicación de la MAE 8

5.2.4.4 Transformación en sistemas

5.2.4.4.1 MAE 9: Modificación caudal constante a caudal variable

Esta medida consiste en la instalación de un variador de velocidad en la climatizadora actual para la transformación de caudal constante a caudal variable. El tipo de control seleccionado para el caudal de los ventiladores, en este caso velocidad variable, modifica la velocidad de giro del motor. Para llevar a cabo la simulación, se modifican las propiedades de la climatizadora definida, concretamente, el tipo de sistema para este caso debe ser “*Todo aire caudal variable*” y además en la pestaña “*Ventiladores*” se debe cambiar el tipo de control del ventilador de impulsión a “*Velocidad variable*”. (Figuras 5.49 y 5.50)

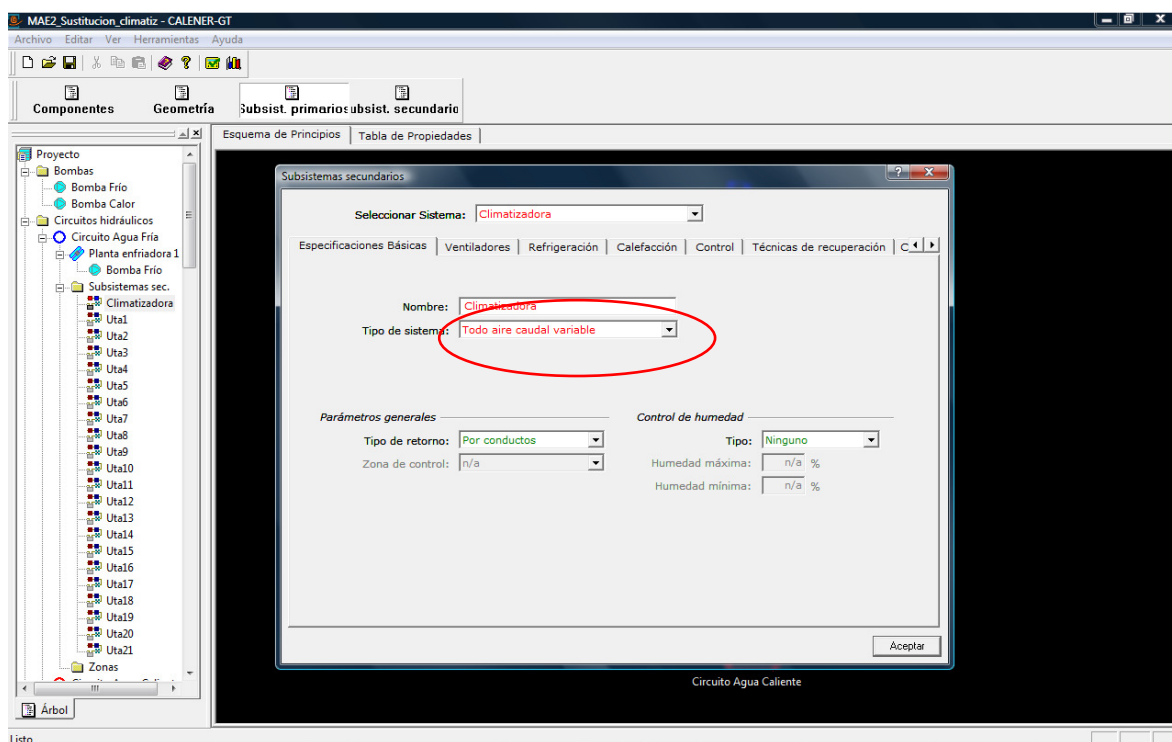


Figura 5.49 Modificación del tipo de sistema de la climatizadora en CALENER

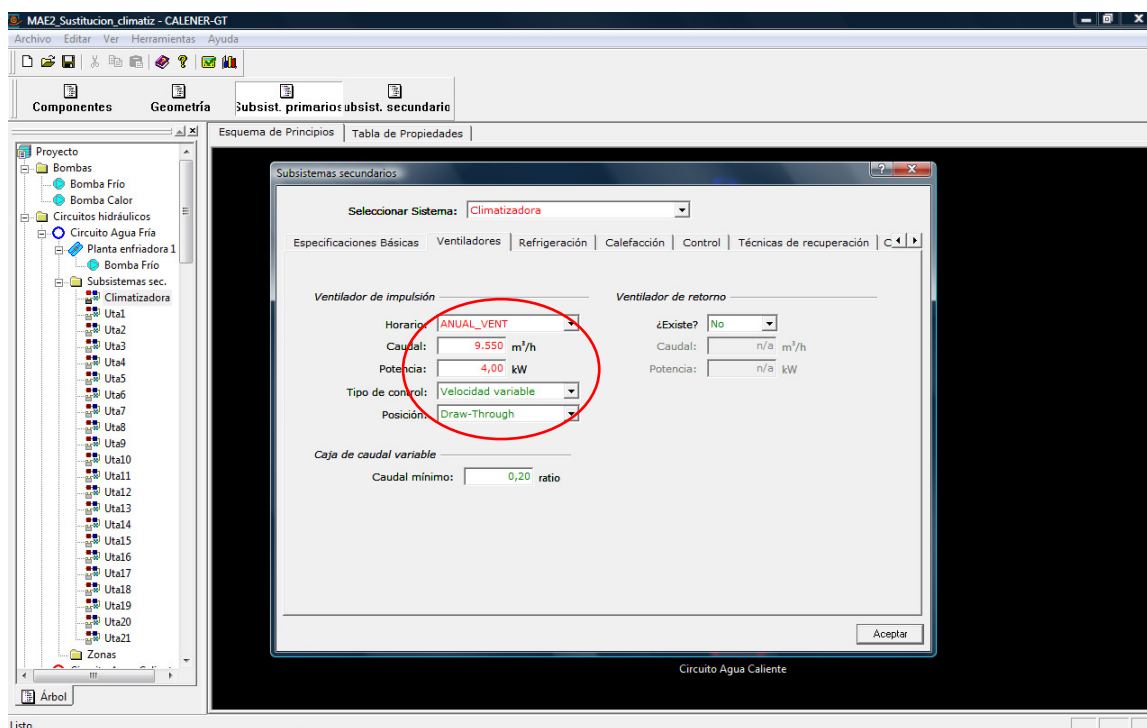


Figura 5.50 Modificación del tipo de control del ventilador de impulsión de la UTA

La simulación de esta medida refleja los resultados del gráfico siguiente:

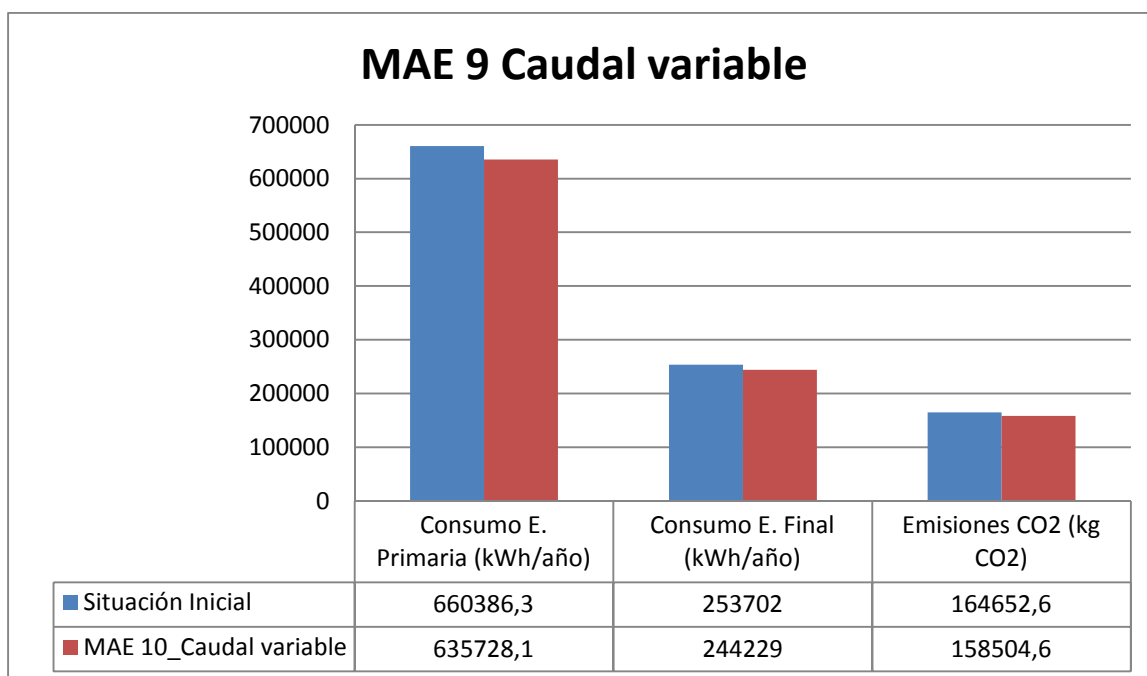


Figura 5.51 Resultados de consumos y emisiones para la modificación de caudal constante a caudal variable

Si se analizan los resultados obtenidos en términos de energía final, se observa que el consumo en ventilación disminuye debido al mayor control realizado sobre el caudal y además, también se reduce el consumo en cuanto a refrigeración.

Por tanto, se puede concluir que la transformación de caudal constante a caudal variable en la UTA proporciona un ahorro energético que viene dado por los valores siguientes:

$$AEP = 24.658,2 \text{ kWh/año}$$

$$AEF = 9.473 \text{ kWh/año}$$

$$Emisiones = 6.148 \text{ kg CO}_2/\text{año}$$

5.2.4.4.2 MAE 10: Empleo de producción térmica solar

La producción de agua caliente sanitaria (ACS) se lleva a cabo mediante dos calentadores *Cointra* de 50 l de capacidad cada uno y potencia 1,2 kW, instalados en los aseos, tanto de hombres como de mujeres, de la planta baja del edificio.

Esta medida consiste en el aprovechamiento de la energía solar mediante la instalación de paneles solares térmicos en la azotea del edificio.

Antes de realizar la simulación en CALENER, se debe determinar, por un lado, el **porcentaje de la demanda cubierto** por dicho panel, y por otro lado, el **área de captación** del panel solar a instalar y por otro lado,

El porcentaje de la demanda cubierto se obtiene del documento HE 4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” del CTE, en el que se establece para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de agua caliente sanitaria a una temperatura de referencia de 60 °C, la contribución solar mínima anual.

La zona climática en la que se encuentra ubicado el edificio se obtiene mediante la *Fig. 3.1. Zonas climáticas* del CTE, que para San Roque (Cádiz) es la IV.

Para calcular la demanda de ACS se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla (Demanda de referencia a 60 °C):

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

(1) Los litros de ACS/día a 60°C de la tabla se han calculado a partir de la tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

Para el cálculo se ha utilizado la ecuación (3.2) con los valores de $T_i = 12^\circ\text{C}$ (constante) y $T = 45^\circ\text{C}$.

Tabla 5.84 Demanda de referencia a 60 °C

Según la tabla anterior, el valor que corresponde a un edificio de oficinas es de 3 litros de ACS/día a 60 °C, por lo que la demanda de ACS será:

$$\text{Demanda ACS} = 3 \text{ litros ACS/día} \cdot \text{persona} \times 20 \text{ personas} = 60 \text{ l ACS/día}$$

Con el valor obtenido de la demanda de ACS y sabiendo que la fuente energética de apoyo es electricidad mediante efecto Joule, se obtiene un valor de contribución solar mínima según el CTE del 70%. (Tabla 5.85)

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
> 6.000	70	70	70	70	70

Tabla 5.85 Contribución solar mínima en %. Caso efecto Joule

El área del panel solar es un dato proporcionado por el fabricante del equipo, que en el caso del panel elegido es de 3,74 m². Para determinar si esta superficie de captación solar es adecuada para la instalación, se introducen todos los datos de la misma en el simulador de instalaciones solares térmicas “ACSOL” y se observa el informe final de los resultados, concretamente, la tabla de las prestaciones del equipo (Tabla 5.86). A partir de los valores obtenidos de la fracción solar y el factor de utilización, se puede concluir que la superficie de captación de la placa elegida es suficiente para atender la demanda de ACS del edificio.

		ANO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fracción solar (%)		73.63	57.08	64.63	70.14	70.51	74.45	82.92	88.11	91.59	86.64	80.98	66.44	58.24
Factor de utilización (%)		16.06	16.39	16.60	16.08	15.74	15.64	15.77	15.50	14.96	15.49	16.74	17.13	17.67
Horas de funcionamiento		2673.20	201.00	202.00	225.70	230.70	254.00	247.00	250.50	227.00	206.60	230.70	209.00	189.00
Horas en sobrecalentamiento		77.00	1.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	8.00	28.00	30.00	7.00	0.00	0.00
Pérdidas radiac. (%)	TOTAL	1.65	-5.02	-2.81	-0.01	3.56	6.56	7.75	7.30	4.78	1.32	-2.14	-4.61	-5.43
	ORIENTACIÓN	1.65	-5.02	-2.81	-0.01	3.56	6.56	7.75	7.30	4.78	1.32	-2.14	-4.61	-5.43
	OBSTÁCULOS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

NOTA 1: La fracción solar se ha definido como el cociente entre la energía de origen solar extraída del acumulador y demanda térmica (incluyendo las pérdidas por distribución y recirculación)

NOTA 2: El factor de utilización se ha definido como el cociente entre la energía de origen solar extraída del acumulador y la energía solar incidente sobre el plano de captación (incluyendo las pérdidas de radiación)

NOTA 3: Las pérdidas por sombras totales incluyen el sombreado entre filas contiguas si la correspondiente opción fue seleccionada.

Tabla 5.86 Prestaciones del panel solar instalado para cubrir la demanda de ACS obtenidas a través de ACSOL.

Una vez obtenida el área del panel solar y el porcentaje de la demanda cubierto, se debe marcar la opción del panel solar en el generador de ACS definido en CALENER e introducir los valores calculados. Posteriormente, se realiza la simulación para ver al ahorro obtenido en cuanto al consumo de ACS del edificio.

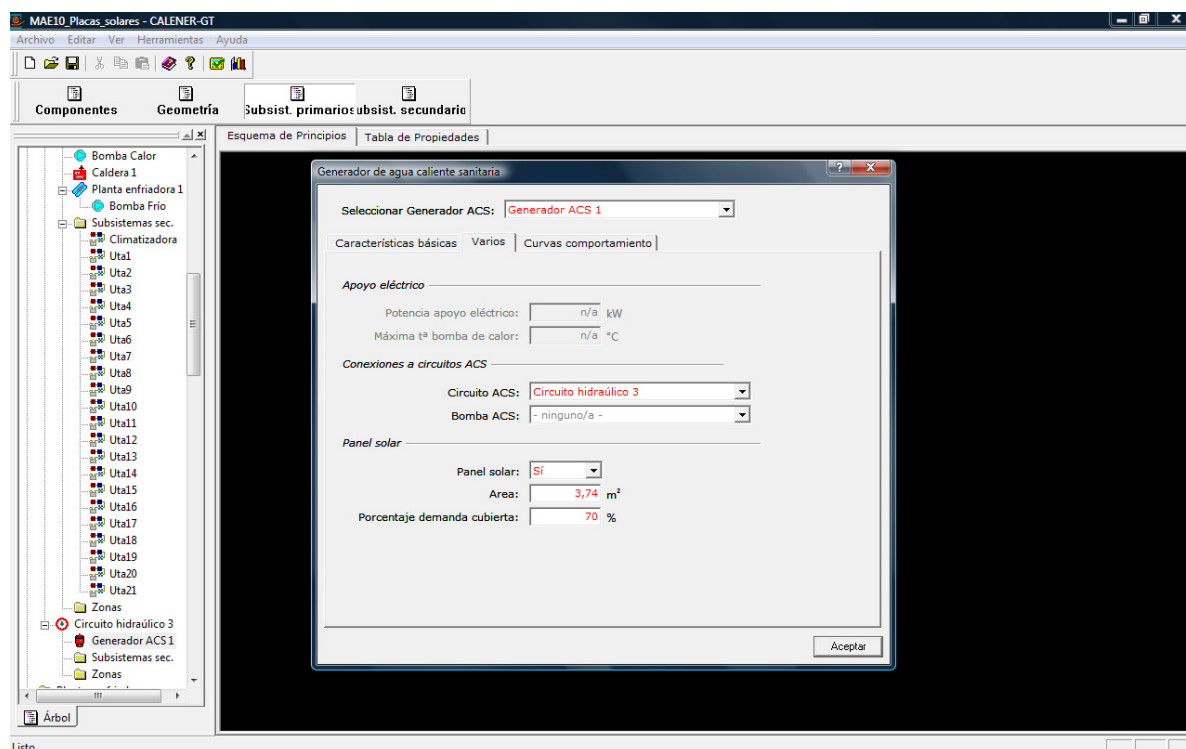


Figura 5.52 Propiedades del panel solar definido en CALENER

Para esta opción los ahorros obtenidos en cuanto a energía primaria, energía final y emisiones son:

$$AEP_1 = 10.041,8 \text{ kWh/año}$$

$$AEF_1 = 3.857,8 \text{ kWh/año}$$

$$\text{Emisiones} = 2.503,7 \text{ kg CO}_2/\text{año}$$

Si comparamos los resultados obtenidos con los consumos de la situación de partida, se obtiene el siguiente gráfico:

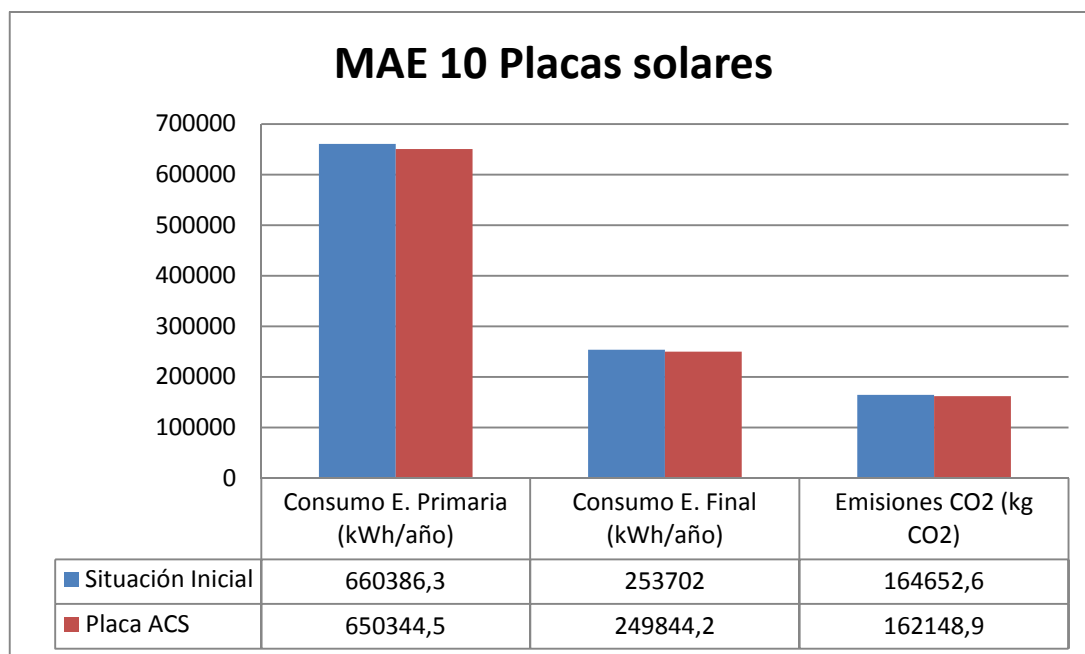


Figura 5.53 Gráfico de resultados para el caso de la placa solar para demanda de ACS

5.2.4.5 Iluminación

5.2.4.5.1 MAE 11: Mejoras por disciplina de uso

Consiste en el control de la iluminación en cada uno de los espacios en función de la orientación de la fachada y teniendo en cuenta, además, los descansos realizados para el desayuno y el almuerzo. De esta forma, se aprovecha la iluminación natural y se reduce el consumo energético en cuanto al menor número de luminarias necesario para la iluminación de los locales.

Para simular esta medida en CALENER, se realizan los siguientes pasos:

1. Se crean en primer lugar, horarios diarios de iluminación para cada fachada del edificio (Ver Tabla 5.87), después los semanales teniendo en cuenta el calendario laboral anual y por último los anuales.

Nombre Horario	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
D-ILUM-NORTE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
D-ILUM-SUR	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0
D-ILUM-ESTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0
D-ILUM-OESTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-ILUM-NORTE INT	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-ILUM-SUR INT	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-ILUM-ESTE INT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D-ILUM-INV	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 5.87 Horarios anuales de iluminación definidos según la orientación

- Se asocian los perfiles horarios creados a cada uno de los espacios exteriores correspondientes, excepto a los aseos y huecos de escaleras, de acuerdo a la orientación de la fachada en la que se encuentren.

MAE11_Ilum por disciplina - CALENER-GT

Archivo Editar Ver Herramientas Ayuda

Componentes Geometría Subst. primarios abst. secundario

Geometría 3-D Tabla de Propiedades

Concepto a modificar: Espacios - Iluminación artificial y natural

	Nombre	Pot./Área (W/m²)	Tipo de luminaria	VEEI (W/m²·100lux)	VEEI Límite (W/m²·100lux)	Horario Ilum. Artif.	Existe Control Automático	Nº puntos ref	Frac. zona 1
13	P01_E13_Vestuarios	7,38	Fluorescente No ventilada	4,50	4,50	ILUM-OESTE	No	n/a	n
14	P01_E14_Aseos H.	9,34	Fluorescente No ventilada	4,50	4,50	ILUM-OESTE	No	n/a	n
15	P01_E15_N.H.	0,00	Fluorescente No ventilada	3,50	3,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
16	P01_E17_Pasillo Aseos	9,39	Fluorescente No ventilada	5,09	4,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
17	P01_E18_Limpieza	0,00	Fluorescente No ventilada	3,50	3,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
18	P01_E19_H Ascensor	0,00	Fluorescente No ventilada	3,50	3,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
19	P01_E16_Aseos M.	5,99	Fluorescente No ventilada	7,09	4,50	ILUM-OESTE	No	n/a	n
20	P01_E20_Escaleras	4,64	Fluorescente No ventilada	5,47	4,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
21	P01_E21_Hall	7,07	Fluorescente No ventilada	3,83	4,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
22	EAP1	0,00	Fluorescente No ventilada	4,50	4,50	Iluminacion-Oficina	No	n/a	n
23	P02_E01_Sala Reuniones	7,13	Fluorescente No ventilada	4,16	3,50	ILUM-NORTE	No	n/a	n
24	P02_E02_Serv.Qco.	7,07	Fluorescente No ventilada	4,45	3,50	ILUM-OESTE	No	n/a	n
25	P02_E03_Fotocopiadoras	8,85	Fluorescente No ventilada	7,09	5,00	OCU-OFICINA	No	n/a	n
26	P02_E04_J.C.Reuniones	9,66	Fluorescente No ventilada	4,45	3,50	ILUM-NORTE	No	n/a	n
27	P02_E05_J.Central	4,72	Fluorescente No ventilada	4,45	3,50	ILUM-ESTE	No	n/a	n
28	P02_E06_Jefe Operación	9,35	Fluorescente No ventilada	4,45	3,50	ILUM-ESTE	No	n/a	n
29	P02_E07_Soporte Oper.	9,72	Fluorescente No ventilada	4,45	3,50	ILUM-ESTE	No	n/a	n
30	P02_E08_Cafetería	10,13	Fluorescente No ventilada	4,45	5,00	ILUM-ESTE	No	n/a	n
31	P02_E09_Reuniones Mto.	6,59	Fluorescente No ventilada	5,04	3,50	ILUM-ESTE	No	n/a	n
32	P02_E10_Jefe Mto.	5,26	Fluorescente No ventilada	4,45	3,50	ILUM-ESTE	No	n/a	n
33	P02_E11_Mantenimiento	9,67	Fluorescente No ventilada	3,69	3,50	ILUM-SUR	No	n/a	n
34	P02_E12_Ing. Siemens	8,97	Fluorescente No ventilada	5,80	3,50	ILUM-OESTE	No	n/a	n
35	P02_E13_Ing. Residente	9,35	Fluorescente No ventilada	5,80	3,50	ILUM-OESTE	No	n/a	n
36	P02_E14_Aseos H.	19,81	Fluorescente No ventilada	4,50	4,50	ILUM-OESTE	No	n/a	n
37	P02_E15_N.H.	0,00	Fluorescente No ventilada	3,50	3,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n

Arbol

Listo

Figura 5.54 Tabla de propiedades de los espacios para el concepto *Iluminación artificial y natural*

- Por último, se simula dicha medida y se analizan los resultados obtenidos mediante la herramienta de resultados de CALENER.

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIG. (kWh/año)	CONSUMO CALEF. (kWh/año)	CONSUMO VENT. (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	CONSUMO ILUMINACIÓN (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	43794,5	248190,80
Ilum. por disciplina	110116,1	12782,3	79511,1	2459,5	38485,4	243354,40
AHORRO (kWh/año)	111,5	-706,4	122,20	0	5309	4836,40

Tabla 5.88 Ahorro obtenido en cuanto a energía final con la aplicación de la MAE 11

Se observa que el consumo de refrigeración es ligeramente menor, debido a que disminuyen las cargas internas en cuanto a iluminación en los espacios y como consecuencia, se requerirá un mayor consumo en calefacción.

Aunque el consumo en calefacción aumenta, se obtiene un ahorro energético considerable en iluminación. Los resultados obtenidos según el gráfico de la figura 5.55 son los siguientes:

$$AEP = 12.589,5 \text{ kWh/año}$$

$$AEF = 4.836,6 \text{ kWh/año}$$

$$\text{Emisiones} = 3.183,9 \text{ kg CO}_2/\text{año}$$

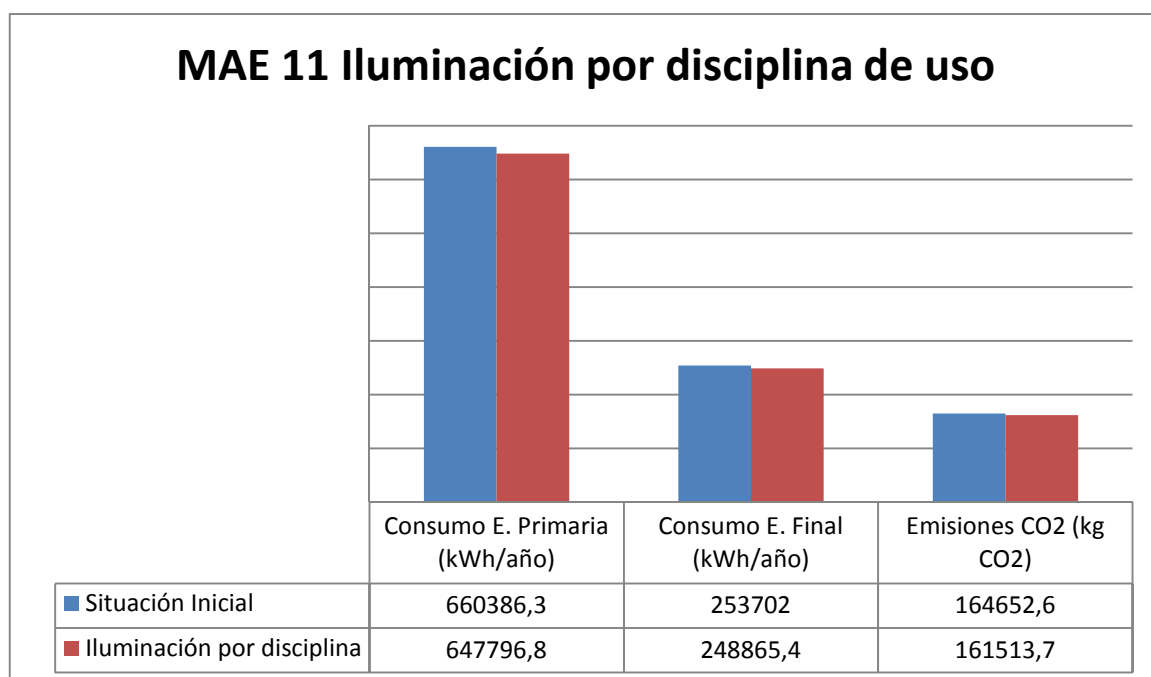


Figura 5.55 Gráfico de resultados obtenidos para la MAE 11

5.2.4.5.2 MAE 12: Cambio de luminarias

Esta medida consiste en la sustitución de las luminarias existentes por otras de bajo consumo y mayor rendimiento. Para la iluminación del edificio de oficinas se utilizan lámparas fluorescentes de distintas características:

Luminarias	Marca	Potencia(W)	Tipo
Fluorescente	Sylvania	18	4x18
Fluorescente	GE	36	4x36
Fluorescente	GE	36	2x36
Fluorescente	GE	58	2x58

Tabla 5.89 Características de las luminarias del edificio de oficinas

Se ha elegido la gama Master TL-D Eco de *Philips* por las propiedades que presentan. La lámpara fluorescente T8 ahorra más de un 10% de energía en aplicaciones de interior ya existente. Puede ser reemplazado directamente por los fluorescentes existentes que operan tanto con equipo convencional así como con equipo electrónico. Además poseen alta calidad de la luz con un buen Índice de Reproducción cromática. Se realiza la sustitución propuesta en el catálogo del fabricante. (Figura 5.56)



Figura 5.56 Propuesta de sustitución de lámparas

Tipo	Designación de potencia/ color	Tipo de Embalaje	Unidad de Embalaje	Base/Casquillo	Índice Reproducción Cromática (R _a)	Flujo lum. lámp. convenc. 30°C (lm)	Dim. No.	N.º de pedido
MASTER TL-D Eco	16W/830	1SL	25	G13	85	1300	1	8711503...
MASTER TL-D Eco	16W/840	1SL	25	G13	85	1300	1	268570 40
MASTER TL-D Eco	18W/835	1SL	25	G13	85	1225	1	268617 40
MASTER TL-D Eco	32W/830	1SL	25	G13	85	3000	2	268716 40
MASTER TL-D Eco	32W/840	1SL	25	G13	85	3000	2	264589 40
MASTER TL-D Eco	32W/865	1SL	25	G13	85	2850	2	264626 40
MASTER TL-D Eco	51W/830	1SL	25	G13	85	4800	3	264640 40
MASTER TL-D Eco	51W/840	1SL	25	G13	85	4800	3	264664 40
MASTER TL-D Eco	51W/865	1SL	25	G13	85	4400	3	264701 40
MASTER TL-D Eco	63W/830	1SL	25	G13	85	5600	4	264725 40
MASTER TL-D Eco	63W/840	1SL	25	G13	85	5600	4	268730 40
MASTER TL-D Eco	63W/840	1SL	25	G13	85	5600	4	268754 40

Tabla 5.90 Propiedades de las lámparas Master TL-D Eco

Para llevar a cabo la simulación de dicha medida, se deben calcular de nuevo los parámetros de iluminación a introducir en CALENER (explicados en el punto 5 del apartado 5.2.2.2 *Simulación del edificio mediante la herramienta CALENER-GT*) para cada uno de los espacios, como son la potencia por unidad de superficie (W/m^2) y el valor de eficiencia energética de la instalación ó VEEI del edificio objeto ($W/m^2 \cdot 100 \text{ lux}$). Los nuevos valores calculados para estos parámetros (Ver Anexo IV. *Cálculos de Iluminación*) se introducen en la tabla de propiedades de los espacios en la pestaña de *Iluminación artificial y natural* (Figura 5.57) y se califica el edificio.

Nombre	Pot./Área (W/m²)	Tipo de luminaria	VEEI (W/m²·100lux)	VEEI Límite (W/m²·100lux)	Horario Ilum. Artif.	Existe Control Automático	Nº puntos ref	Frac. zona
1 P01_E01_Supervivencia	8,52	Fluorescente No ventilada	3,51	5,00	OCU-OFICINA	No	n/a	n
2 P01_E02_Comunicaciones	8,58	Fluorescente No ventilada	3,51	5,00	OCU-SALA CONTROL	No	n/a	n
3 P01_E03_Jefe Turno	8,14	Fluorescente No ventilada	4,04	3,50	OCU-SALA CONTROL	No	n/a	n
4 P01_E04_Entrada S.C.	16,31	Fluorescente No ventilada	4,94	4,50	OCU-SALA CONTROL	No	n/a	n
5 P01_E05_Pasillo	17,47	Fluorescente No ventilada	4,04	4,50	OCU-SALA CONTROL	No	n/a	n
6 P01_E06_Sala Control	12,61	Fluorescente No ventilada	2,52	3,50	OCU-SALA CONTROL	No	n/a	n
7 P01_E07_Sala DCS	14,53	Fluorescente No ventilada	2,67	5,00	OCU-SALA CONTROL	No	n/a	n
8 P01_E08_Gestión Técnica	13,20	Fluorescente No ventilada	3,24	3,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
9 P01_E09_Jefe G.T.	5,08	Fluorescente No ventilada	3,10	3,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
10 P01_E10_Archivo	16,78	Fluorescente No ventilada	3,15	5,00	OCU-FORM	No	n/a	n
11 P01_E11_Comité	13,66	Fluorescente No ventilada	3,22	3,50	OCU-FORM	No	n/a	n
12 P01_E12_Formación	6,07	Fluorescente No ventilada	2,90	3,50	OCU-FORM	No	n/a	n
13 P01_E13_Vestuario	9,45	Fluorescente No ventilada	3,09	4,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
14 P01_E14_Aseos H.	11,97	Fluorescente No ventilada	3,09	4,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
15 P01_E15_N.H.	0,00	Fluorescente No ventilada	3,50	3,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
16 P01_E17_Pasillo Aseos	7,60	Fluorescente No ventilada	4,94	4,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
17 P01_E18_Limpieza	0,00	Fluorescente No ventilada	3,50	3,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
18 P01_E19_H Ascensor	0,00	Fluorescente No ventilada	3,50	3,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
19 P01_E20_Aseos M.	6,76	Fluorescente No ventilada	3,50	4,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
20 P01_E21_Escaleras	4,87	Fluorescente No ventilada	3,81	4,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
21 P01_E22_Hall	10,58	Fluorescente No ventilada	2,67	4,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
22 EAP1	0,00	Fluorescente No ventilada	4,50	4,50	Iluminación-Oficina	No	n/a	n
23 P02_E01_Sala Reuniones	7,64	Fluorescente No ventilada	2,90	3,50	OCU-FORM	No	n/a	n
24 P02_E02_Serv.Qco.	7,10	Fluorescente No ventilada	3,10	3,50	OCU-OFICINA	No	n/a	n
25 P02_E03_Fotocopiadora	7,96	Fluorescente No ventilada	4,94	5,00	OCU-OFICINA	No	n/a	n
26 P02_E04 J.C.Reuniones	9,69	Fluorescente No ventilada	3,10	3,50	OCU-FORM	No	n/a	n

Figura 5.57 Vista de los parámetros de iluminación a introducir en el programa

Observando los resultados obtenidos, se puede ver como disminuye el consumo en iluminación. A su vez, aumenta el consumo de calefacción y disminuye el de refrigeración por la menor potencia de las nuevas luminarias, lo cual hace que la carga de iluminación de los espacios sea menor. (Tabla 5.91)

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIG. (kWh/año)	CONSUMO CALEF. (kWh/año)	CONSUMO VENT. (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	CONSUMO ILUMINACIÓN (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	43794,5	248190,80
Cambio luminarias	109435,9	12474,9	79549,7	2459,5	38140,4	242060,40
AHORRO (kWh/año)	791,7	-399	83,60	0	5654	6130,40

Tabla 5.91 Consumo detallado de energía final para la MAE 12

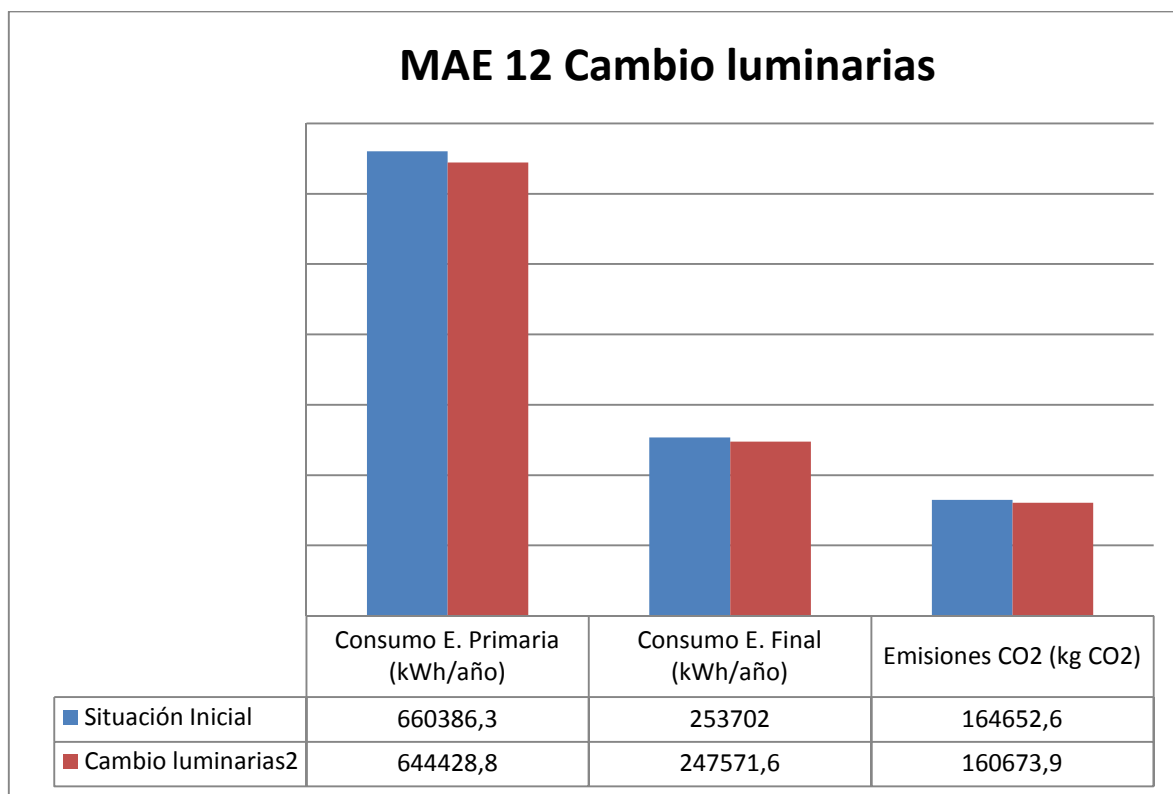


Figura 5.58 Comparación de consumos para la MAE 12

5.2.4.5.3 MAE 13: Instalación de paneles de vidrio

La compartimentación interior del edificio está realizada, en su mayoría, mediante paneles de contrachapado de madera con una placa de yeso intermedia, definidas en CALENER por el “Cerramiento_Int4”. Esta medida consiste en la sustitución de algunos de estos paneles por mamparas de vidrio con el fin de obtener un mayor aprovechamiento de la luz natural y reducir de esta forma el consumo en iluminación.

Los cerramientos interiores que se van a modificar son:

- La medianera entre el espacio exterior *P01_E09_Jefe G.T.* y el espacio interior *P01_E08_Gestión Técnica* en la planta baja.
- La medianera entre el espacio exterior *P02_E09_Reuniones Mto.* y el espacio *P02_E11_Mantenimiento* y las paredes interiores entre los espacios *P02_E02_Serv. Qco.*, *P02_E04_J.C. Reuniones*, *P02_E06_Jefe Operación*, *P02_E07_Soporte Oper.* y *P02_E23_Jefe Admón.* y el espacio interior *P02_E24_Administrativos*.

Estos cerramientos interiores serán sustituidos por los tabiques desmontables *Movinord M82*, de perfilera vista y compuestos por un módulo vidriero en su totalidad. Sus características más importantes son:

Descripción	Ancho (mm)	Alto (mm)	Vidrios
Partición desmontable M82	1200, 2400 ó 3600	3100	Luna 6+6 unidos por lámina de butiral

Tabla 5.92 Propiedades más importantes de los tabiques desmontables

Para llevar a cabo la simulación de esta medida de ahorro en CALENER, se realizan los siguientes pasos:

1. En primer lugar, los espacios que vayan a contener a estos cerramientos deben definirse como **espacios solares**. Los "espacios solares" son aquellos en los que los modelos utilizados para el cálculo de su comportamiento frente a la radiación solar son mucho más detallados, y por lo tanto de cálculo más complejo, que en los espacios comunes. Solo los espacios solares podrán disponer de vidrios sobre muros que a su vez limiten con otros espacios. Se marcará la opción de espacio solar para los espacios *P01_E08_Gestión Técnica*, *P02_E11_Mantenimiento* y *P02_E24_Administrativos*, que son los espacios sobre los que se definirán los cerramientos que van a contener los vidrios interiores. (Figura 5.59)

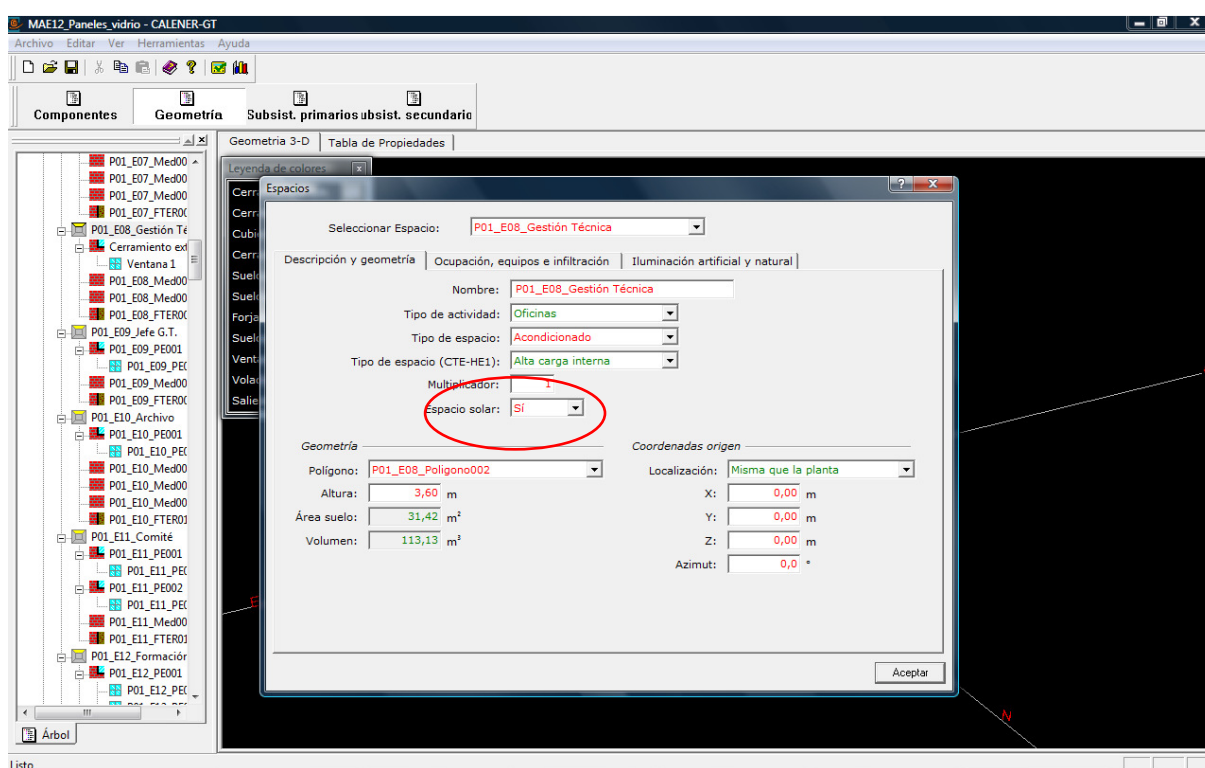


Figura 5.59 Definición de espacio solar en CALENER

2. Se crean los cerramientos objetos hijo de los espacios anteriores, en los cuales se podrán definir ventanas, que representarán a las mamparas de vidrio o particiones. El material del vidrio se importará de la librería del programa.

Espacio al que pertenece	Nombre	Atura vidrio (m)	Anchura vidrio (m)
P01_E08_Gestión Técnica	Cerramiento exterior 1	3	5,94
P02_E11_Mantenimiento	Cerramiento exterior 2	3	6,01
P02_E24_Administrativos	Cerramiento exterior 3	3	3,56
	Cerramiento exterior 4	3	4,98
	Cerramiento exterior 5	3	6,09
	Cerramiento exterior 6	3	6,01

Tabla 5.93 Dimensiones de los paneles de vidrio instalados

- La instalación de los paneles de vidrio permite establecer, en los espacios citados en la tabla anterior, un control de la iluminación artificial en función de la natural. De esta forma, se simulará el aprovechamiento de la luz visible disponible para poder disminuir los niveles de iluminación artificial, y cuantificar su influencia sobre el consumo y coste energético. Para realizar este control se deben especificar las coordenadas de uno o dos puntos de referencia de iluminación en el espacio (donde se encontrarán los fotosensores) para controlar el consumo de iluminación. Estas coordenadas deben suministrarse respecto al sistema de coordenadas del espacio. (Figura 5.60)

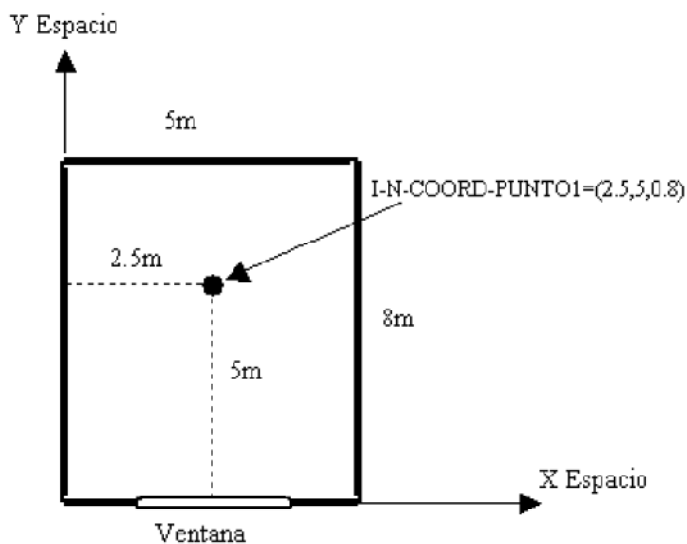


Figura 5.60 Coordenadas de localización del fotosensor en el sistema
de coordenadas del ESPACIO

La zona iluminada por la luz visible se extiende generalmente unos 4,5 m desde la ventana hasta un plano paralelo a ésta. Si el sensor se sitúa cerca de la ventana, los niveles de luz visible serán relativamente altos a los del resto del espacio, de forma que las células fotoeléctricas mandarían la orden de disminuir los niveles de iluminación eléctrica, lo cual puede afectar a parte del espacio alejado de las ventanas. De igual modo si el sensor se sitúa al fondo de la habitación, lejos de las ventanas el nivel de iluminación detectado por el fotosensor será muy bajo y los niveles de iluminación eléctrica serán más altos, con el consiguiente exceso de consumo eléctrico. Es razonable elegir un punto más del allá del centro del espacio desde la zona de ventanas, aconsejándose un punto de referencia situado a unos dos tercios del cerramiento en el que se encuentran las ventanas. Teniendo en cuenta estas recomendaciones se definen los puntos de referencia en cada uno de los espacios.

Espacio	Coord. Punto de referencia (X, Y, Z)
P01_E08_Gestión Técnica	(2,5, 4, 0,8)
P02_E11_Mantenimiento	(6, 10, 0,8)
P02_E24_Administrativos	(5, 8, 0,8)

Tabla 5.94 Coordenadas de los puntos de referencia definidos
en cada uno de los espacios

Para cada una de las zonas de iluminación en las cuales se divide el espacio puede existir un tipo de control de la iluminación. Los tipos de control incluidos en CALENER son los siguientes:

- *Progresivo*: También llamado continuo, es un sistema de control donde la iluminación eléctrica y la potencia eléctrica consumida disminuyen linealmente a medida que aumenta el nivel de iluminación natural. (Figura 5.61)

La fracción de potencia eléctrica consumida representa el cociente de la potencia consumida y la potencia máxima que se podría consumir. La fracción de

iluminación representa a su vez, la iluminación obtenida frente a la máxima que se podría obtener. Las fracciones de potencia eléctrica y de iluminación van disminuyendo hasta alcanzar los correspondientes valores mínimos.

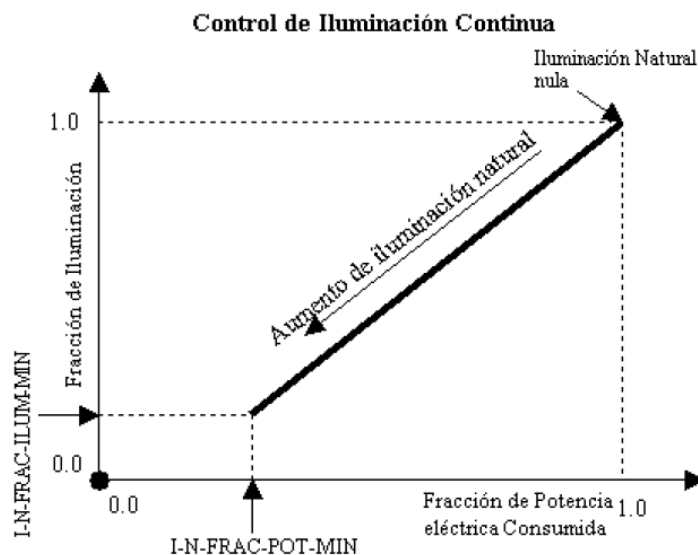


Figura 5.61 Control de iluminación progresivo

- *Progresivo/apagado:* También llamado Continuo/Off, es un sistema de control análogo al continuo, pero las luces se apagan completamente cuando la iluminación total (suma de la eléctrica y de la natural) excede la iluminación de consigna en el espacio.

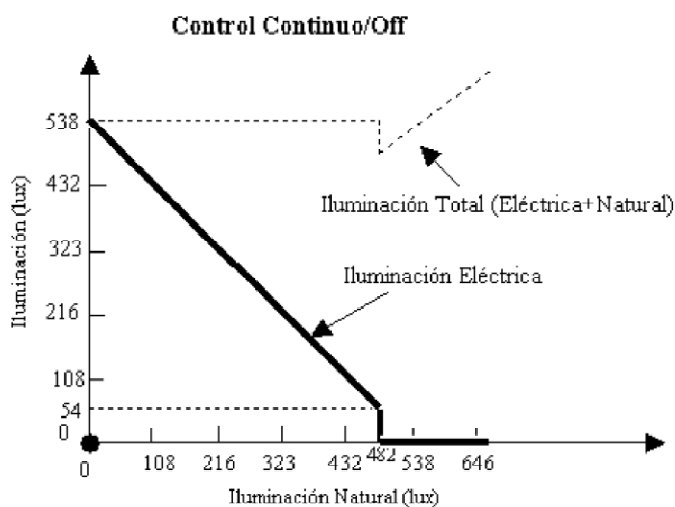


Figura 5.62 Ejemplo de control progresivo/apagado de iluminación.

Nivel de iluminación

- *Por etapas:* También llamado escalonado, se trata de un sistema de control en el que la potencia eléctrica y la iluminación obtenida varía de forma discreta a intervalos de igual magnitud.

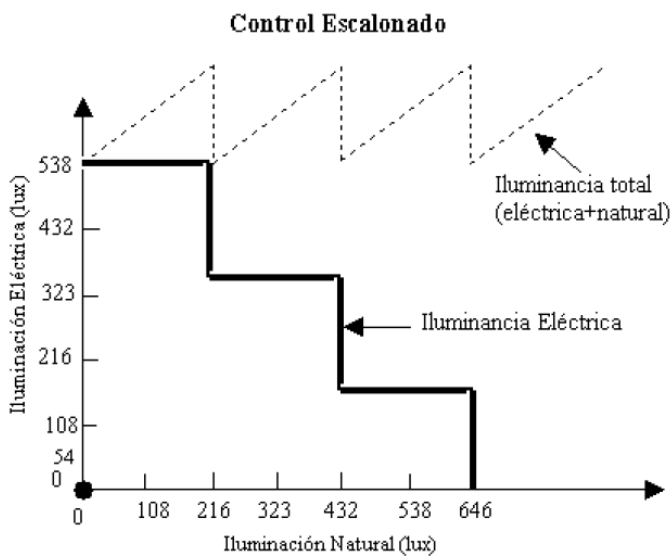


Figura 5.63 Ejemplo de control por etapas de iluminación, nivel
de iluminación

Se elige el tipo de control *progresivo*, por ser el que viene marcado por defecto en el programa.

Por último, se debe especificar la consigna de iluminación que deben tener los sensores localizados en el punto de referencia del espacio en función del tipo de actividad desarrollada en las zonas. En este caso, la consigna de iluminación para los espacios es de 500 lux.

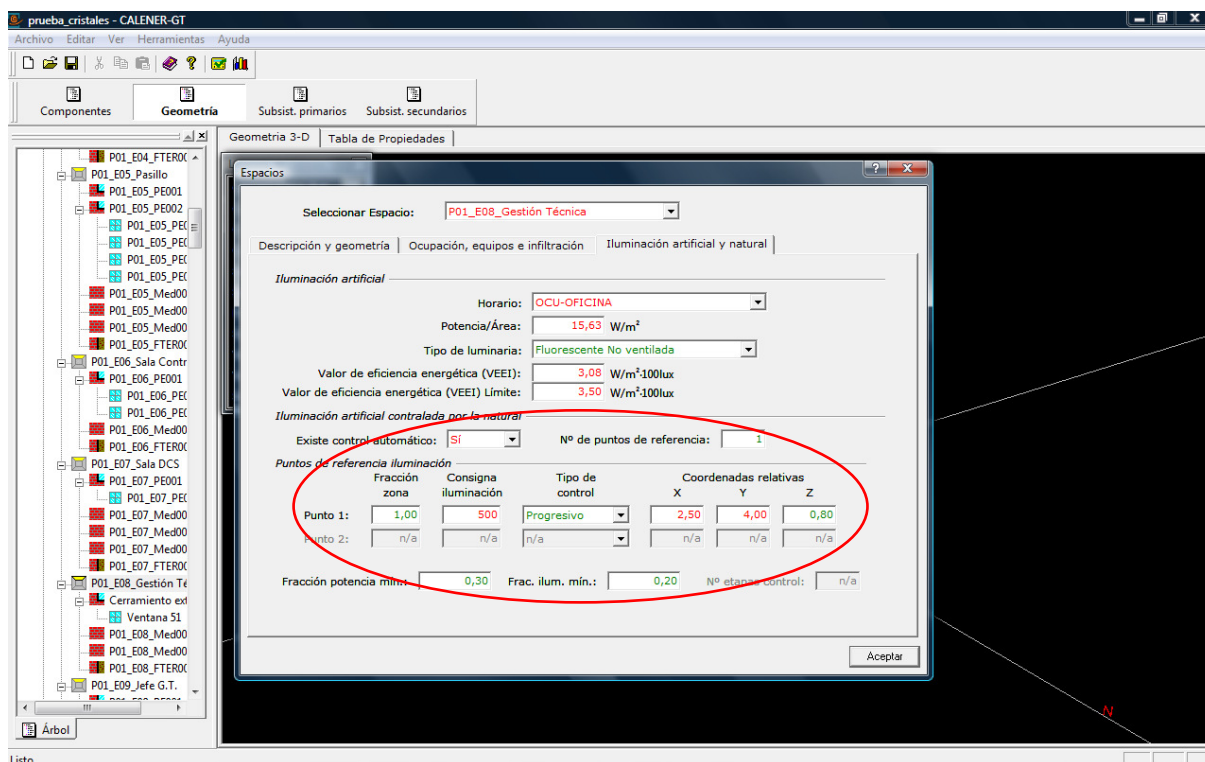


Figura 5.64 Definición de los puntos de referencia en CALENER

Una vez que se han realizado los pasos anteriores, se procede a la simulación de dicha medida en el programa mediante la cual se evaluará el ahorro energético obtenido con su implantación en el edificio. Los resultados obtenidos son los siguientes:

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIG. (kWh/año)	CONSUMO CALEF. (kWh/año)	CONSUMO VENT. (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	CONSUMO ILUM. (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	43794,5	248190,80
doble abs 6/6 +control	111008,2	12150	79920,3	2459,5	41812,8	247350,80
AHORRO (kWh/año)	-780,6	-74,1	-287,00	0	1982	840,00

Tabla 5.95 Desglose de consumos de energía final y ahorro obtenido con la MAE 13

Observando la tabla anterior puede verse que el consumo en cuanto a refrigeración aumenta, debido principalmente a la mayor radiación solar que llega a estos espacios, pero el consumo en iluminación se ve considerablemente reducido. Por tanto, se obtienen los siguientes ahorros:

$$AEP = 2.187 \text{ kWh/año}$$

$$AEF = 840,2 \text{ kWh/año}$$

$$\text{Emisiones} = 545,3 \text{ kg CO}_2/\text{año}$$

5.2.4.5.4 MAE 14: Control de la iluminación artificial en función de la natural

Esta MAE consiste en realizar el control de la iluminación artificial mencionado en la medida anterior en todos aquellos espacios exteriores en los que se pueda aprovechar la luz visible para reducir el consumo eléctrico asociado a la iluminación. En la tabla de la página siguiente pueden verse los puntos de referencia definidos, el tipo de control y la consigna de iluminación para cada uno de los espacios.

Espacio	Consigna iluminación (lux)	Tipo de control	Coord. Punto de referencia		
			X (m)	Y (m)	Z (m)
P01_E01_Supervivencia	200	Progresivo	3	2,5	0,8
P01_E02_Comunicaciones	400	Progresivo	3	2,5	0,8
P01_E05_Pasillo	150	Progresivo	10	0,6	0,8
P01_E06_Sala de control	400	Progresivo	6	10	0,8
P01_E07_Sala DCS	400	Progresivo	3	6,5	0,8
P01_E09_Jefe G.T.	500	Progresivo	3	3,5	0,8
P01_E10_Archivo	200	Progresivo	3	6,5	0,8
P01_E11_Comité	300	Progresivo	3	3,5	0,8
P01_E12_Formación	200	Progresivo	5	4	0,8
P01_E13_Vestuarios	200	Progresivo	3	3,5	0,8
P01_E14_Aseos H.	150	Progresivo	3	3,5	0,8
P01_E16_Aseos M.	150	Progresivo	3	3,5	0,8
P02_E01_Sala Reuniones	500	Progresivo	5	4	0,8
P02_E02_Serv. Qco.	500	Progresivo	3	3,5	0,8
P02_E04_J.C. Reuniones	300	Progresivo	2,5	4	0,8
P02_E05_J.Central	500	Progresivo	3	3,5	0,8
P02_E06_Jefe Operación	500	Progresivo	3	3,5	0,8
P02_E07_Soporte Oper.	500	Progresivo	3	3,5	0,8
P02_E08_Cafetería	200	Progresivo	3	3,5	0,8
P02_E09_Reuniones Mto.	300	Progresivo	3	3,5	0,8
P02_E10_Jefe Mto.	500	Progresivo	3	3,5	0,8
P02_E11_Mantenimiento	500	Progresivo	7,5	8	0,8
P02_E12_Ing. Siemens	500	Progresivo	2,5	2	0,8
P02_E13_Ing. Residente	500	Progresivo	2,5	2	0,8
P02_E14_Aseos H.	150	Progresivo	3	3,5	0,8
P02_E19_Aseos M.	150	Progresivo	3	3,5	0,8
P02_E23_Jefe Admón.	500	Progresivo	3	3,5	0,8

Tabla 5.96 Propiedades del control de iluminación artificial para cada uno de los espacios

El análisis de los resultados obtenidos con la aplicación de esta MAE refleja que el consumo de refrigeración se ve disminuido y esto es debido al menor número de horas de funcionamiento de las luminarias, reduciéndose así las cargas internas de los espacios en cuanto a iluminación. Como consecuencia aumenta ligeramente el consumo en calefacción pero no es muy significativo frente al resultado total. En la tabla siguiente puede verse el ahorro en iluminación obtenido en términos de energía final:

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIG. (kWh/año)	CONSUMO CALEF. (kWh/año)	CONSUMO VENT. (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	CONSUMO ILUMINACIÓN (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110227,6	12075,9	79633,3	2459,5	43794,5	248190,80
control ilum artif	108638,8	12646,9	79540,7	2459,5	32675,3	235961,20
AHORRO (kWh/año)	1588,8	-571	92,60	0	11119	12229,60

Tabla 5.97 Resultados en cuanto al consumo de energía final para la MAE 14

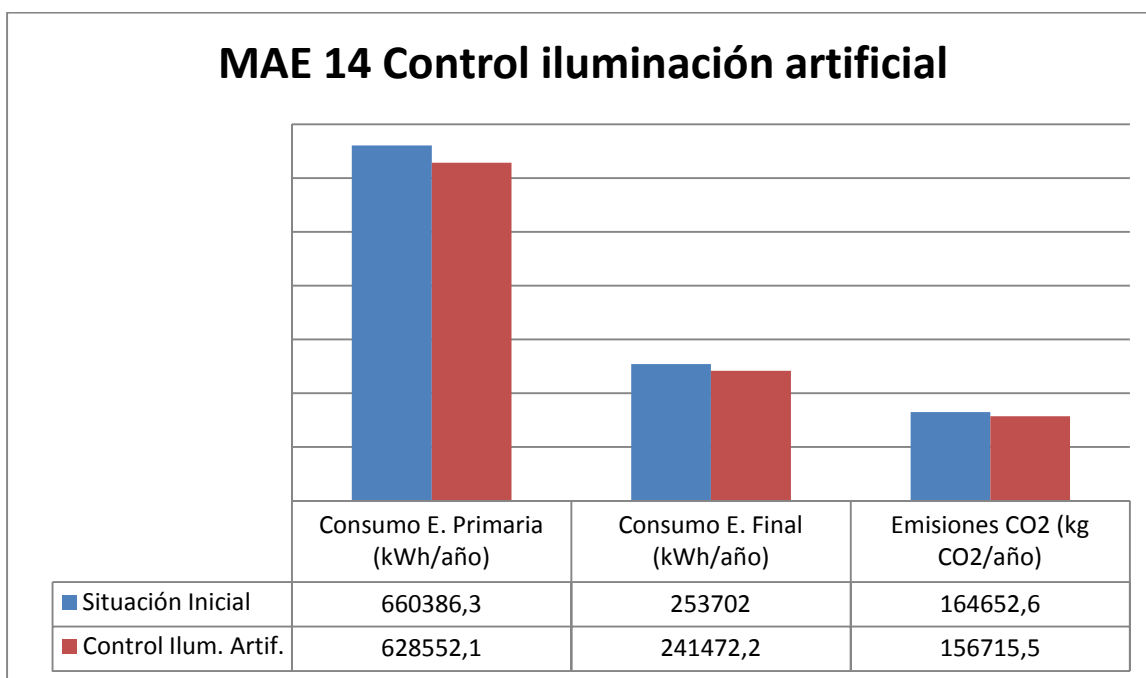


Figura 5.65 Gráfico de resultados para la MAE 14

5.2.5 Resumen del análisis energético de MAES propuestas. Selección, simulación y análisis de la mejor combinación

En esta etapa del estudio se seleccionarán aquellas alternativas de mejora energética que conformarán la combinación de MAES elegida para el edificio. Posteriormente, esta combinación será simulada en CALENER y los resultados se compararán con el escenario de partida para cuantificar los ahorros obtenidos.

La elección de la combinación se realizará de acuerdo a la magnitud de los ahorros obtenidos en términos de ahorro en energía final y ahorro en emisiones de CO₂ (véanse resultados en tabla 5.98).

A la hora de conformar la combinación de aquellas MAES que ofrecen mayor ahorro energético, se tendrá en cuenta si el efecto de la aplicación de una medida puede contrarrestar a otra. Esto ocurre en el caso de la modificación de los vidrios y el control de la iluminación artificial, ya que los vidrios dobles reflectantes reflejan gran parte de la radiación solar que reciben, y por el contrario, en el control de la iluminación artificial en función de la luz visible recibida se disminuirá el nivel de iluminación artificial. Por tanto, observando los resultados en cuanto a ahorros de energía, la medida de sustitución de vidrios será la descartada.

Por otro lado, ante la imposibilidad de simular, de forma simultánea, en el programa las dos medidas de control solar propuestas y teniendo en cuenta que para el control solar interior no será necesaria ninguna inversión, se opta por dicha medida.

Exceptuando las dos particularidades anteriores, el resto de las medidas podrán ser implantadas simultáneamente en el edificio. A continuación se presenta un cuadro resumen de las diferentes medidas propuestas con los resultados obtenidos para cada una de ellas en cuanto a energía final y emisiones de CO₂. Las medidas resaltadas en negrita constituyen la combinación de MAES seleccionada para el edificio.

MAES	Consumo Energía Final (kWh/año)	Emisiones (kg CO ₂ /año)	Ahorro Energía Final (kWh/año)	Ahorro emisiones (kWh/año)
SITUACIÓN INICIAL	253.702,00	164.652,60	0,00	0,00
MAE 1 MODIFICACIÓN CONSIGNAS	225.705,90	146.483,20	27.996,10	18.169,40
MAE 2 REDUCCIÓN VENT (CAUDAL RITE)	250.985,30	162.889,50	2.716,70	1.763,10
MAE 3 AISLAM EDIFICIO (MONOCAPA)	253.701,00	164.652,00	1,00	0,60
MAE 3 AISLAM EDIFICIO (CÁMARA AIRE)	253.811,30	164.723,60	-109,30	-71,00
MAE 4 CAMBIO VIDRIOS	252.823,70	164.082,60	878,30	569,40
MAE 5 CONTROL SOLAR INT	252.289,10	163.735,70	1.412,90	916,90
MAE 5 CONTROL SOLAR EXT	251.014,60	162.908,40	2.687,40	1.174,20
MAE 6 BOMBA DE CALOR 2T	244.998,20	159.003,80	8.703,80	5.648,80
MAE 7 FREECOOLING ROOF TOP	231.109,30	149.989,90	22.592,70	14.662,70
MAE 8 RECUPERACIÓN CALOR CLIMATIZ	250.578,50	162.625,40	3.123,50	2.027,20
MAE 9 MODIFICACIÓN A CAUDAL VARIABLE	244.229,00	158.504,60	9.473,00	6.148,00
MAE 10 PLACAS SOLARES ACS	249.844,20	162.148,9	3.857,80	2.503,70
MAE 11 ILUMINACIÓN POR DISCIPLINA	248.865,40	161.513,7	4.836,60	3.138,90
MAE 12 CAMBIO LUMINARIAS	247.571,60	160.673,90	6.130,40	3.978,70
MAE 13 INSTALACIÓN PANELES VIDRIO	252.861,80	164.107,30	840,20	545,30
MAE 14 CONTROL ILUM ARTIFICIAL	241.472,20	156.715,50	12.229,80	7.937,10

Tabla 5.98. Resumen de los ahorros obtenidos para cada una de las MAES propuestas

Por tanto, las medidas seleccionadas son:

1. Modificación de las temperaturas de consigna a los valores marcados por el RITE, que son 21 °C para los recintos calefactados y 26 °C para los refrigerados.
2. Reducción del nivel de ventilación mediante la modificación del caudal de impulsión de la climatizadora al valor calculado según RITE.
3. Control solar interior a través de la utilización correcta de los estores o cortinas interiores de acuerdo a la orientación de la fachada y a la franja horaria del día.
4. Sustitución de la planta enfriadora actual de tipo eléctrico con recuperación de calor por una bomba de calor a dos tubos.

5. Modificación de la climatizadora actual de caudal constante a caudal variable mediante la instalación de un variador de velocidad.
6. Empleo de producción térmica solar mediante la instalación de placas solares en la azotea del edificio para cubrir la demanda de ACS.
7. Iluminación por disciplina de uso: se trata de controlar la iluminación de las distintas oficinas en función de la orientación en la que se encuentren para aprovechar al máximo el nivel de iluminación natural y disminuir así el consumo energético.
8. Sustitución de las luminarias por otras de mayor rendimiento, disminuyendo el consumo en iluminación.
9. Control de la iluminación artificial en función de la natural mediante la instalación de fotosensores o detectores de luz natural.

La combinación de las MAES anteriores será simulada en CALENER y se analizarán los resultados obtenidos para ver la viabilidad de su implantación.

Previamente a la simulación, se deben introducir todos los cambios que implica la aplicación de las medidas al edificio en el programa. En primer lugar, se modifican las consignas de refrigeración y calefacción de cada una de las zonas en la pestaña *Subsistemas primarios*. De igual forma, se debe modificar la temperatura de aire primario.

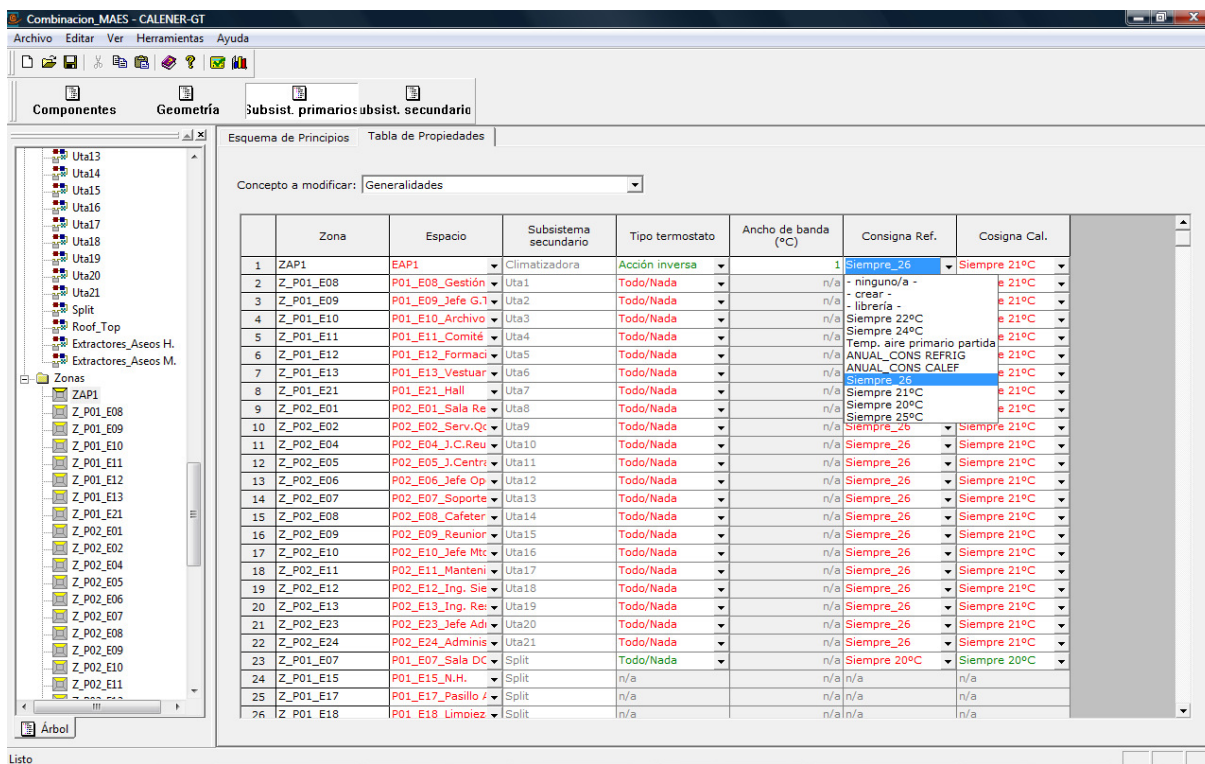


Figura 5.66 Modificación de las consignas en CALENER

Para la reducción del nivel de ventilación, se modifica el caudal del ventilador de impulsión de la climatizadora al caudal determinado según RITE. Además, el tipo de sistema definido para la climatizadora debe modificarse a “*Todo aire caudal variable*”. De esta forma, se pasa de caudal constante a caudal variable y el equipo actuará según la demanda de las zonas.

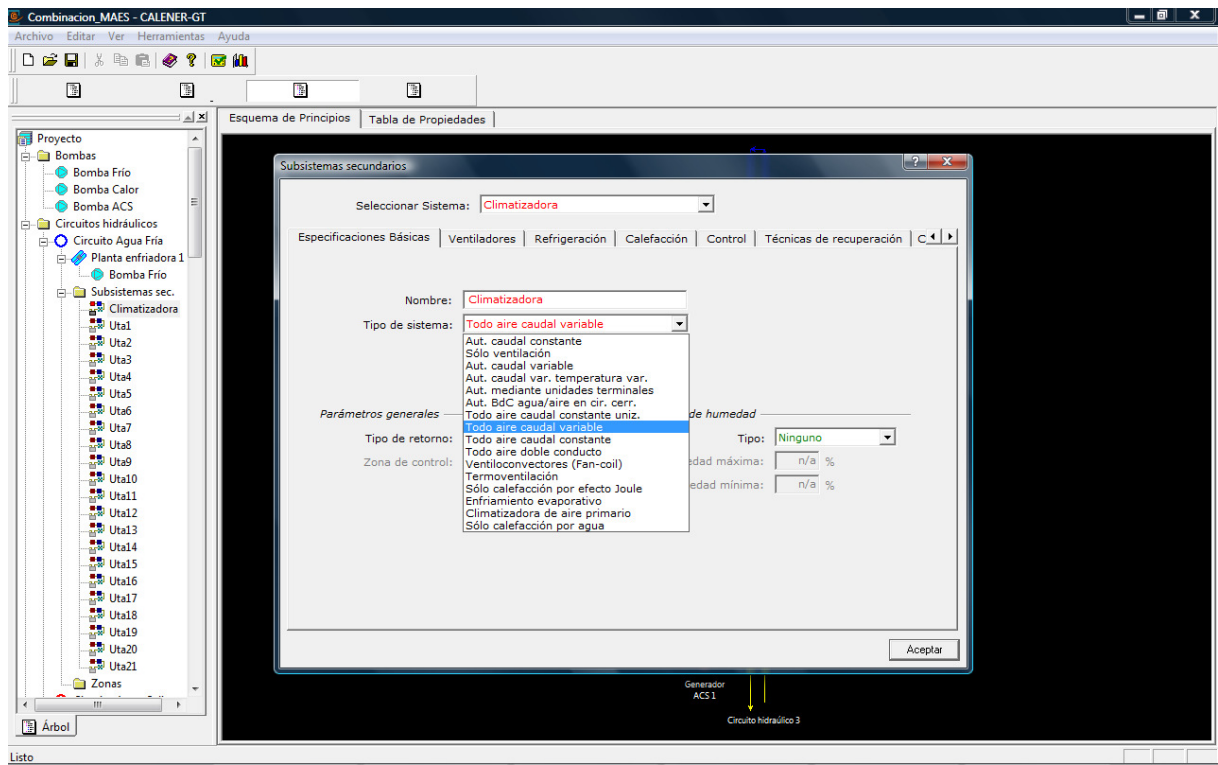


Figura 5.67 Modificación de caudal constante a caudal variable en la climatizadora

En cuanto al control solar interior, se definen horarios de ganancia solar para cada orientación (norte, sur, este y oeste) y se asignan estos perfiles a las ventanas correspondientes, exceptuando los aseos, la sala de formación y la sala de máquinas, en los que no existen dispositivos de control solar interior.

Combinacion_MAES - CALENER-GT

Archivo Editar Ver Herramientas Ayuda

Geometría 3-D Tabla de Propiedades

Concepto a modificar: Propiedades Básicas

	Nombre de ventana	Retranqueo (m)	Altura (m)	Anchura (m)	Ancho marco (m)	Conductancia marco (U) (W/(m²·K))	Horario ganancia solar
1	P01_E01_PE002_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Oeste
2	P01_E02_PE001_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Oeste
3	P01_E05_PE002_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Norte
4	P01_E05_PE002_V001	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Norte
5	P01_E05_PE002_V002	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Norte
6	P01_E05_PE002_V003	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Norte
7	P01_E06_PE001_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Este
8	P01_E06_PE001_V001	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Este
9	P01_E07_PE001_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Este
10	P01_E09_PE001_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Este
11	P01_E10_PE001_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Este
12	P01_E11_PE001_V	0,35	0,547557	3,74756	0,0262216	5,7	Sin persiana/cortina
13	P01_E11_PE002_V	0,35	0,547557	3,74756	0,0262216	5,7	Sin persiana/cortina
14	P01_E12_PE001_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Sur
15	P01_E12_PE001_V001	0,35	1,31732	1,81732	0,0413387	5,7	Sombra Sur
16	P01_E13_PE001_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Sur
17	P01_E13_PE002_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Oeste
18	P01_E14_PE001_V	0,35	0,547557	3,74756	0,0262216	5,7	Sin persiana/cortina
19	P01_E16_PE001_V	0,35	0,553537	1,85354	0,0232318	5,7	Sin persiana/cortina
20	P01_E21_PE001_V	0,35	2,24924	3,64924	0,0753814	5,7	Sin persiana/cortina
21	P02_E01_PE001_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Oeste
22	P02_E01_PE002_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Norte
23	P02_E01_PE002_V001	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Norte
24	P02_E02_PE001_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Oeste
25	P02_E04_PE001_V	0,35	1,2956	3,6956	0,0522019	5,7	Sombra Norte

Árbol

Listo

Figura 5.68 Asignación de los horarios de ganancia solar a las ventanas del edificio

A continuación, la planta enfriadora será sustituida por una bomba de calor. Para ello, se crea en primer lugar la bomba del circuito, después se define el circuito a dos tubos y por último, la planta enfriadora como bomba de calor dos tubos.

La siguiente medida a aplicar es la producción térmica solar para cubrir la demanda de ACS. En este caso, en el generador de ACS se define el panel solar mediante el área de captación y el porcentaje de la demanda cubierto por el mismo.

- Área de captación: $3,74 \text{ m}^2$
- Porcentaje demanda cubierto: 70 %

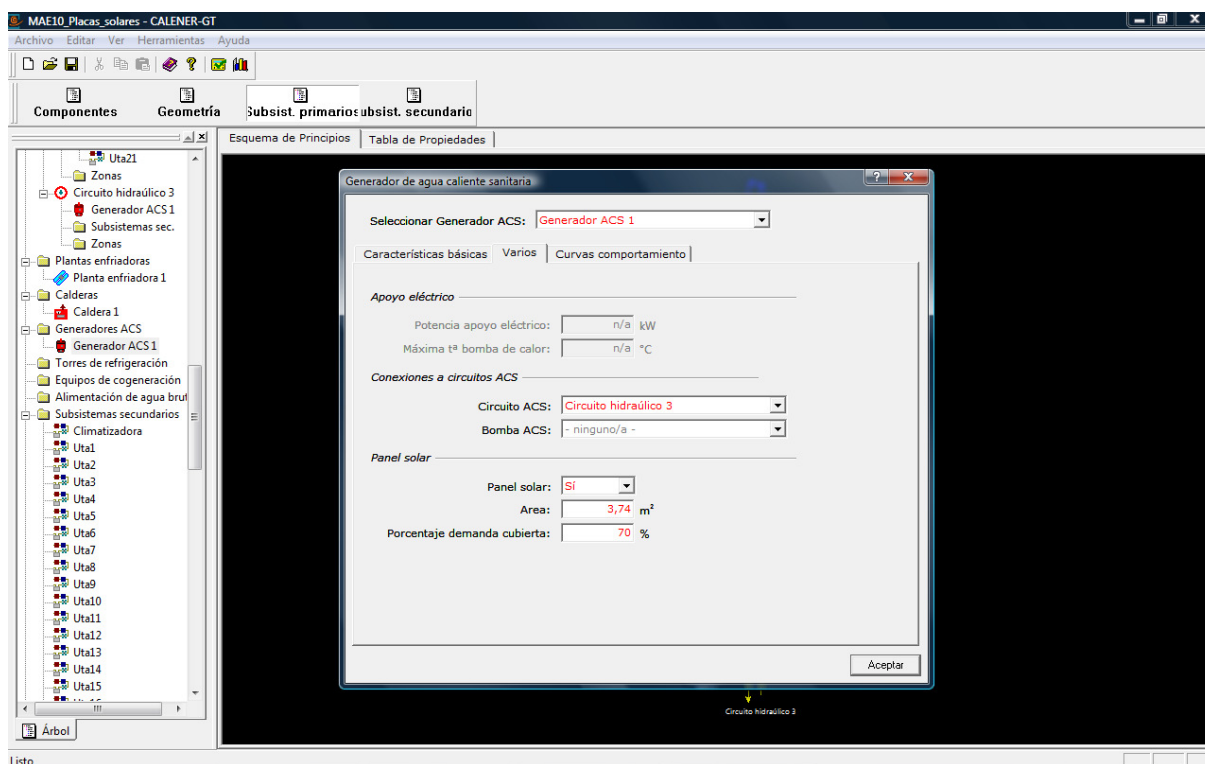


Figura 5.69 Definición del panel solar en CALENER

Finalmente, se aplican las medidas en cuanto a iluminación. En primer lugar, para el control de la iluminación por disciplina de uso, se definen horarios de iluminación en función de la orientación de la fachada y se asignan estos perfiles a los espacios correspondientes en la pestaña *Espacios-Iluminación artificial y natural*. En esta misma pestaña, se modifican la potencia por unidad de superficie (W/m^2) y el VEEI ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot 100 \text{ lux}$), de acuerdo a las características de las nuevas luminarias instaladas. Por último, se definen puntos de referencia en cada uno de los espacios exteriores para simular el aprovechamiento de la luz visible disponible y disminuir así, los niveles de iluminación artificial.

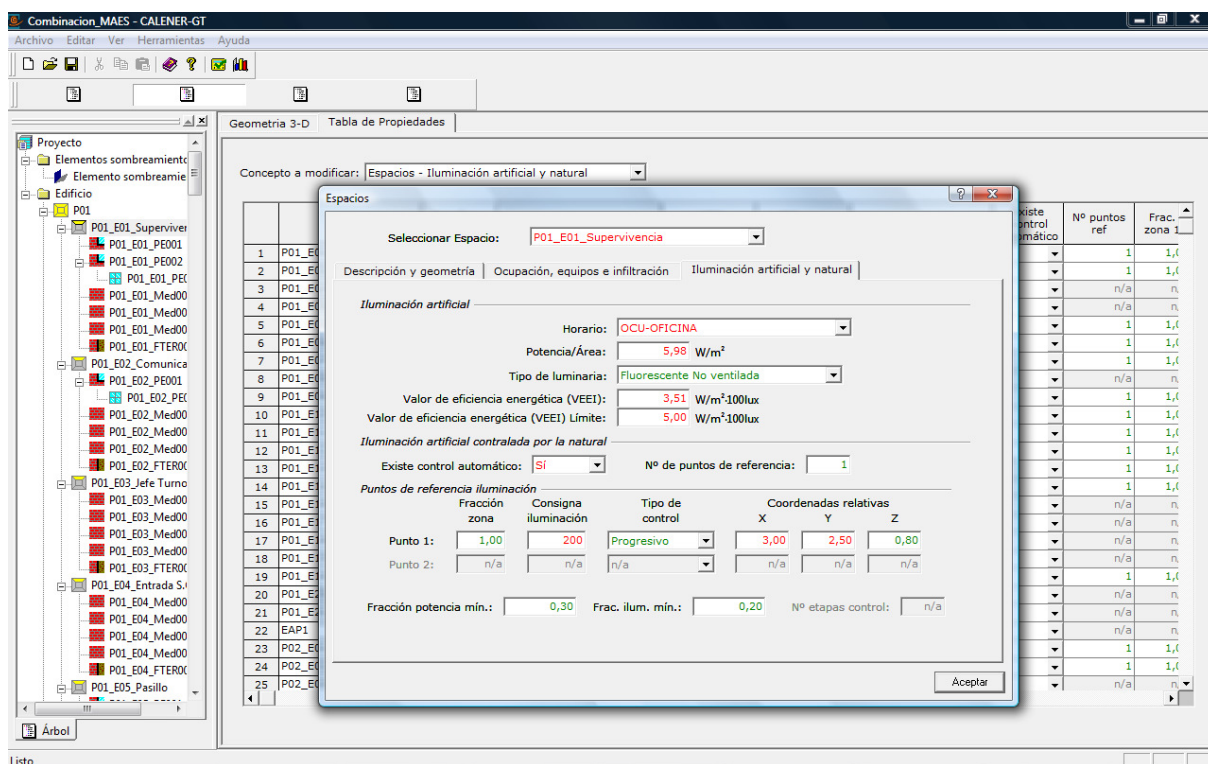


Figura 5.70 Modificación de las propiedades de iluminación de los espacios

Una vez introducidas todas las modificaciones, se procede a la simulación, obteniéndose los siguientes resultados en términos de energía final:

SITUACIÓN	CONSUMO REFRIG. (kWh/año)	CONSUMO CALEF. (kWh/año)	CONSUMO VENT. (kWh/año)	CONSUMO OTROS (kWh/año)	CONSUMO ACS (kWh/año)	CONSUMO ILUM. (kWh/año)	TOTAL
INICIAL	110323	12220,1	79575	2787,9	10401,4	43794,5	259101,90
Combinación MAES	84190,2	2548,9	74085,3	1036,6	3275	26307,2	191443,20
AHORRO (kWh/año)	26132,8	9671,2	5489,7	1751,3	7126,4	17487,3	67658,70

Tabla 5.99 Resultados en cuanto al consumo de energía final

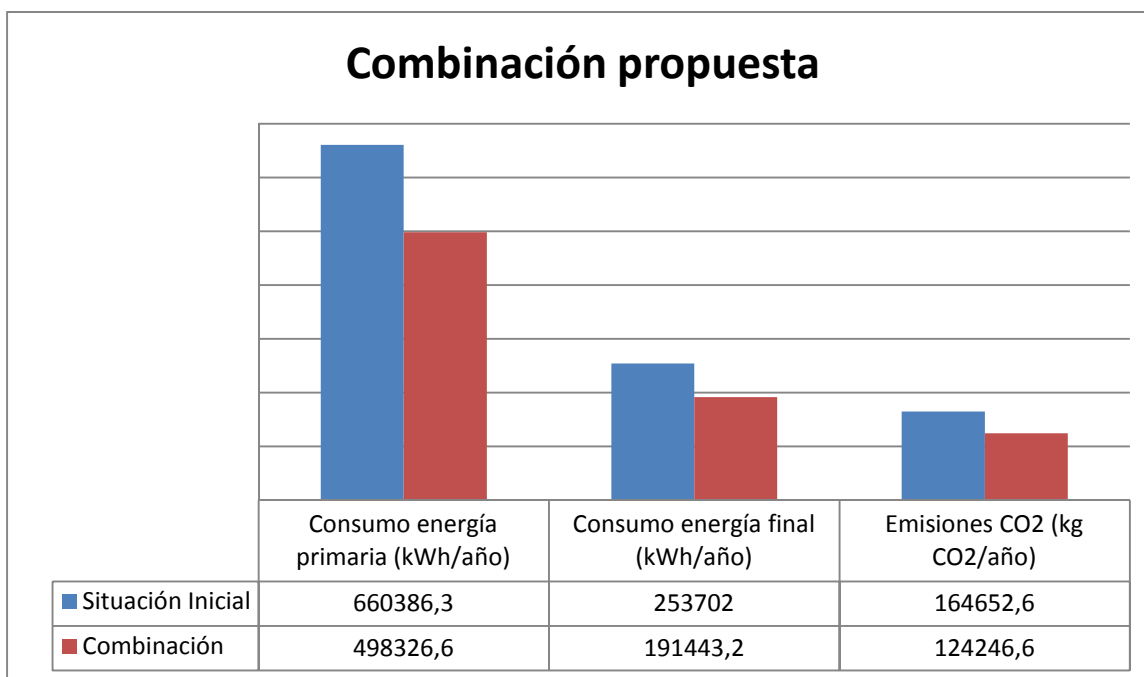


Figura 5.71 Gráfico de los resultados obtenidos para la combinación de MAES elegida

Según los resultados obtenidos, es evidente que la aplicación de las medidas seleccionadas al edificio conducirá a un ahorro significativo tanto en energía primaria como en energía final, además de una considerable reducción en emisiones.

$$AEP = 162.059,7 \text{ kWh/año}$$

$$AEF = 62.258,8 \text{ kWh/año}$$

$$Emisiones = 40.406 \text{ kg CO}_2$$

En la siguiente etapa del estudio se estudiará la viabilidad de la implantación de dichas medidas por separado y de la combinación propuesta en distintos escenarios de amortización.

5.2.6 Posibles escenarios de amortización

Cuantificar las ventajas que puedan tener la combinación de las MAES propuestas es difícil para una empresa generadora de energía. Los únicos valores objetivos de los que ésta puede disponer son los resultados de los ahorros energéticos y en emisiones de CO₂ que cada una de las medidas ofrece, por separado y/o en conjunto (resultados resumidos en el anterior apartado). El estudio del tiempo de amortización que suponga la inversión económica a realizar puede aportar un factor orientativo a la hora de decidir si dicha inversión finalmente se asume o no.

Para cualquier empresa del sector terciario (consumidora de energía final), el estudio de la amortización sería también objetivo, ya que para ellas el precio del ahorro obtenido en base a la reducción de consumo de energía final es objetivamente estimable. Sin embargo, para una compañía generadora de energía (como es el caso que nos ocupa), los ahorros económicos obtenidos gracias a la reducción del consumo de energía final, no suponen un valor medible que ofrezca un valor objetivo de la aplicación de las MAES, ya que para ésta el precio de la energía final es “cero”.

A la hora de decidir si invertir o no en las MAES propuestas, la empresa generadora deberá considerar (basándose en los valores objetivos de ahorros en términos de energía final y emisiones de CO₂) el potencial impacto ambiental, ético, político o de imagen que la aplicación de dichas MAES puede acarrear.

No debe olvidarse que este estudio ha sido desarrollado en el marco de la implantación de la norma UNE EN 16001:2010, la cual debe contribuir al establecimiento de un proceso de mejora continua que conduzca a un **uso de la energía más eficiente** y estimule a la organización a implementar un plan de seguimiento energético así como un análisis energético.

No obstante, y redundando en el hecho de que hablar de parámetros de amortización en este caso no deja de ser subjetivo, se han desarrollado estudios en tres escenarios supuestos de amortización.

Un primer escenario mostrará el resultado que se obtendría en el caso de que la empresa a la que se le hubiera hecho el estudio se tratara de una empresa consumidora de energía. Para este caso, la amortización sería evaluada considerando como ahorro los kWh de energía final reducidos respecto al escenario base, multiplicados por el precio de compra de ese kWh.

Un segundo escenario será centrándose en el caso de una empresa generadora que podría estar vendiendo aquellos kWh de energía final que no gastase en el edificio del sector terciario (aquellos kWh que ahorrarse con la implantación de las MAES). Así, la amortización podrá ser evaluada considerando como ahorro los kWh de energía final ahorrados respecto al escenario base (aquellos que vendería) multiplicados por el precio de venta de la energía eléctrica para esa empresa generadora.

Un tercer escenario podrá ser planteado debido a la particularidad del caso de ser una empresa generadora de energía, ya que se podrá estimar el hipotético ahorro que se conseguiría si dicha empresa decidiera ahorrar en la producción de energía primaria y, en consecuencia, también en el pago de emisiones de CO₂. En este caso el estudio de la amortización estimará el ahorro como el producto del kWh de energía primaria no producido multiplicado por el precio de compra de dicha energía primaria (en nuestro caso gas natural), más los kg CO₂ no emitidos por el coste que supone el pago de dichas emisiones.

Ahondando en la característica subjetiva y orientativa de los estudios de amortización hechos para el caso que nos ocupa (el de una empresa generadora) además habrá de tenerse en cuenta que, en cualquier caso, existirán subvenciones y ayudas, dotadas por organismos públicos como la Agencia Andaluza de la Energía y el Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA), a las que la empresa generadora podrá optar para la implantación de las medidas de ahorro energético. Por otro lado, téngase en cuenta que además podrá existir una financiación del proyecto por parte de las EMSEs. (Empresas de Servicios Energéticos que diseñan, desarrollan, instalan y financian proyectos de eficiencia energética asumiendo los riesgos técnicos y económicos del proyecto).

No obstante, a continuación se explican los parámetros indicadores de rentabilidad económica calculados para el estudio de los tres escenarios de amortización propuestos:

1. Ahorro como terciario consumidor (energía final)
2. Costes de oportunidad como terciario generador (energía final)
3. Ahorro como terciario generador (energía primaria y emisiones)

Los parámetros que se calcularán para cada uno de los escenarios son:

- **Periodo de Amortización Bruta.** También se conoce como *pay-back simple* o tiempo de retorno de la inversión. Este parámetro permite establecer si una inversión puede ser recuperada en un tiempo razonable comparado con la vida estimada del equipo. Si el período es inferior a la mitad de la vida estimada se suele considerar rentable la inversión. Se utiliza normalmente cuando solamente se quiere tener en cuenta el "cash-flow"; es decir, la motivación principal es recuperar la inversión lo antes posible con beneficio generado:

$$PB = \frac{I_0}{A} \quad (5.15.)$$

Donde:

PB = Período de amortización (años).

I_0 = Coste de inversión, incluye mano de obra y materiales de instalación (€).

A = Ahorro anual neto (€/año).

- **Valor actual neto del capital (VAN):** es un procedimiento que sirve para calcular el valor presente de una inversión a través de un número determinado de flujos de caja (o sea, la diferencia entre los ingresos menos los gastos netos) originados por la mencionada inversión.

La expresión para el cálculo del VAN es la siguiente:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^n} \quad (5.16.)$$

Siendo:

I_0 : desembolso inicial del proyecto (inversión).

k : tipo de interés.

n : número de periodos de tiempo considerados para el cálculo del VAN.

V_t : Flujo de caja neto para cada periodo de tiempo t considerado.

El tipo de interés " k ", cuando el proyecto no tiene riesgo, se puede tomar como renta fija (tipo de interés para una renta fija), de modo que el VAN nos sirve para estimar si es más adecuado usar el dinero derivado de la inversión para el proyecto que se está estudiando o en cambio invertirlo en un producto bancario o valor seguro al tipo de interés considerado. Cuando el proyecto tenga riesgos o el tipo de interés sea variable, se tomará un coste de oportunidad.

La medida de referencia elegida para la evaluación de la rentabilidad es la rentabilidad de un producto seguro como las letras del Tesoro Público, cuyo último valor registrado al momento de la redacción del presente documento estaba en un **0,729% anual**. Como comparación, algunos bancos ofertan entre el 3 y el 3,5% TAE, pero la inversión en valores seguros repercute a la larga en beneficios asegurados aunque la inversión inicial ha de ser superior.

Según los valores obtenidos del VAN, se puede decir:

- Si el VAN es mayor que cero, la inversión produce ganancias en el periodo de tiempo considerado por encima de la rentabilidad " k " exigida, por lo que el proyecto a priori puede aceptarse.

- Cuando el VAN es inferior a cero, la inversión produce ganancias inferiores a la rentabilidad exigida, por lo que el proyecto podría rechazarse dado que podría ser más rentable la inversión del capital inicial en un fondo asegurado al tipo de interés usado en comparación.
- Cuando el VAN es cero, tenemos el caso para el cual no se producen ganancias ni superiores ni inferiores al tipo de interés de referencia, por lo que la decisión de la inversión no debe basarse en la rentabilidad, sino en otros factores tales como la posición de mercado resultado u otros.

Para aquellos casos donde el flujo de caja sea constante, la expresión que se usará será la siguiente, derivada de la expresión (5.16) a través del desarrollo de la serie:

$$VAN = \left(\frac{R \cdot (1 - (1 + k)^{-n})}{k} \right) - I_0 \quad (5.17.)$$

siendo "R" el flujo de caja constante en cada periodo de tiempo "n".

- La **tasa interna de retorno**, en adelante TIR, es el tipo de interés que, para un determinado periodo de tiempo "n", hace el VAN cero, valor intermedio de referencia a partir del cual la inversión puede considerarse como rentable. A mayores valores, tanto más rentable es el proyecto (mayor rentabilidad en el periodo de tiempo dado), mientras que valores menores al valor de referencia (tipo de interés para inversiones seguras, ver apartado anterior) indica que en el periodo de tiempo, la inversión no es del todo rentable. La expresión a usar en este caso será:

$$VAN = \left(\sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1 + TIR)^n} \right) - I_0 = 0 \quad (5.18.)$$

Para aquellas situaciones donde el flujo de caja sea un valor constante, tendremos:

$$\left(\frac{R \cdot (1 - (1 + TIR)^{-n})}{TIR} \right) - I_0 = 0 \quad (5.19.)$$

5.2.6.1 Ahorro como terciario consumidor (energía final)

En este escenario, se evaluarán las medidas desde un punto de vista económico considerando el beneficio que produciría el ahorro de energía final en el caso de un terciario consumidor, es decir, el ahorro que supondría en la factura eléctrica los kWh no consumidos.

MAE 1: Modificación de consignas

Esta medida no conlleva ningún tipo de inversión económica, ya que se trata de modificar las temperaturas de consigna en los termostatos de cada una de las zonas, manteniendo los equipos existentes. Por tanto, no será necesario calcular los parámetros económicos referidos anteriormente. El ahorro obtenido viene dado por:

$$AEF = 27.996,1 \frac{kWh}{año} \rightarrow A_f = 27.996,1 \frac{kWh}{año} \times 0,123933 \frac{€}{kWh} = 3.469,64 \frac{€}{año}$$

MAE 2: Reducción del nivel de ventilación

Para llevar a cabo esta medida, se modifica el caudal de aire impulsado por los *fan-coils* actuando sobre las rejillas de ventilación instaladas en cada una de las oficinas hasta el valor determinado según el RITE (Ver tabla 5.71), por lo que se trata de una medida en la que no se requiere inversión alguna.

$$A_f = 2.716,7 \frac{kWh}{año} \times 0,123933 \frac{€}{kWh} = 336,68 \frac{€}{año}$$

MAE 4: Modificación acristalamientos

Aunque esta medida no ha sido seleccionada, se evalúa la inversión a realizar para tener una idea de la magnitud de su implantación en el edificio. La aplicación de esta medida conlleva una gran inversión en comparación con otras medidas debido a la sustitución de los vidrios existentes por los propuestos. Los costes asociados al suministro y colocación de dichos cristales son:

Concepto	Unidades	Medidas	Precio	Importe
Reflec6mm/6/Float6mm inc.	35	1,90 x 1,40	425,60	14.896 €
Planit.S6mm/6/PlanitS6mm	13	1,90 x 1,40	450,00	5.850 €
Suma Importes				20.746 €

Tabla 5.100 Costes asociados a la sustitución de los vidrios

El coste total teniendo en cuenta el 18% de IVA asciende a **24.480,3 €**, que sería la inversión a realizar en este caso. La evaluación económica de dicha medida puede verse a continuación:

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	878,30	kWh
Precio de la Energía =	0,123933	€/ kWh
$A_f = R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	108,85	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	24.480,3	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	224	años

Tabla 5.101 Estimación económica para la MAE 4

Los resultados obtenidos señalan que el periodo de amortización es muy elevado debido a la magnitud de la inversión a realizar. Además, el ahorro obtenido no es muy significativo debido a que partimos de una situación inicial en la que el acristalamiento es doble climalit, el cual proporciona un buen nivel de confort térmico.

MAE 5: Control solar

En el caso del control solar interior, se trata de utilizar las cortinas o estores existentes en cada una de las oficinas en función de la orientación y de la franja horaria del día. Por tanto, es una medida que no conlleva ninguna inversión y que aporta el siguiente ahorro en energía final:

$$AEF = 1.412,9 \frac{kWh}{año} \rightarrow A_f = 175,10 \frac{€}{año}$$

Sin embargo, en el caso del control solar exterior, será necesario invertir en las persianas exteriores a instalar en el edificio.

Concepto	Uds.	Medidas (ancho x alto)	Precio	Importe
Persiana tipo mini en aluminio lacado blanco, con lama rellena de polivinilo, dividida al centro e instalada	27	3,76 x 1,41	413,25	11.157,75
18% IVA				2.008,39 €
TOTAL				13.166,15 €

Tabla 5.102 Costes asociados a la instalación de dispositivos de control solar exterior

La estimación económica para esta medida viene dada por la siguiente tabla:

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	2687,4	kWh
Precio de la Energía =	0,123933	€/ kWh
A_f = R = Ahorro Económico Anual Estimado =	330,06	€
I₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	13.166,15	€
K = Tipo de interés =	0,00729	-
PB = I₀/R	39,9	años

Tabla 5.103 Cálculo de la rentabilidad de la inversión para el control solar exterior

MAE 6: Sustitución de la planta enfriadora

Los costes asociados a esta medida vienen dados por la adquisición e instalación del equipo bomba de calor 2T y la modificación del circuito de cuatro tubos a dos tubos.

Concepto	Unidades	Precio	Importe
Bomba de calor 2T modelo THHEB-2130 de RHOSS	1	10.736,21	10.736,21
Mano de obra conexión eléctrico	1	15,27	15,27
Mano de obra de instalación	1	141,28	141,28
Transporte a destino sobre plataforma	1	34,88	34,88
Accesorios montaje valvulería	5 %	547,40	547,40
Suma			11.475,04 €
18% IVA			2.065,51 €
TOTAL			13.540,55 €

Tabla 5.104 Costes asociados a la sustitución de la planta enfriadora

La evaluación económica revela que la inversión se recupera a los 12 años sin tener en cuenta las posibles ayudas y subvenciones que se podrían recibir.

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	8.703,8	kWh
Precio de la Energía =	0,123933	€/ kWh
$A_f = R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	1.078,68	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	13.540,55	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	12,5	años

Tabla 5.105 Parámetros económicos para la bomba de calor 2T

MAE 9: Modificación de caudal constante a caudal variable

En el caso de esta medida se debe instalar un variador de velocidad en la climatizadora actual para la transformación de caudal constante a caudal variable. Por tanto, los costes asociados a la inversión vienen dados por los conceptos que se desglosan a continuación:

Concepto	Unidades	Precio	Importe
Variador para motor de 4 kW	1	421,20	421,20
Sonda de presión	1	195,12	195,12
Presostato diferencial	1	39,05	39,05
Portes	1	25	25
Instalación y montaje	1	250	250
Suma			930,37 €
18% IVA			167,46 €
TOTAL			1.097,84 €

Tabla 5.106 Costes de inversión asociados a la MAE 9

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	9.473	kWh
Precio de la Energía =	0,123933	€/ kWh
R = Ahorro Económico Anual Estimado =	1.174,02	€
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	1.097,84	€
K = Tipo de interés =	0,00729	-
PB = I ₀ /R	0,94	años
Cálculo del VAN y el TIR		
n (periodo de tiempo en años)	1	2
VAN	67,68	1.224,77
TIR	0,069	0,698

Tabla 5.107 Evaluación económica para la MAE 9

La estimación económica realizada para esta medida muestra que se trata de una inversión rentable con un periodo de amortización muy bajo y un VAN positivo el primer año. Además, el

uso de reguladores de velocidad permite mejorar el rendimiento de los motores y disminuye el número de averías, las paradas del proceso y el coste en mantenimiento, prolongando así la vida útil de la máquina.

MAE 10: Empleo de producción térmica solar

Esta medida que consiste en la instalación de paneles solares térmicos para cubrir la demanda de ACS del edificio, lleva asociados unos costes en cuanto a la adquisición de los equipos que componen la instalación y la mano de obra necesaria.

Concepto	Unidades	Importe (incluye IVA)
Equipo compacto termosifónico ACS Chromagen 300 litros. Modelo SCOI 24 con superficie de captación 3,74 m ²	1	2.260 €
Estación solar de bombeo	1	305 €
Mano de obra y puesta en marcha	1	368,75 €
TOTAL		2.933,75 €

Tabla 5.108 Costes asociados a la instalación de placas solares para cubrir la
demanda de ACS

Para ver la rentabilidad de dicha inversión, se realiza un estudio de los parámetros económicos VAN, TIR y periodo de amortización o *pay-back*:

Periodo de amortización				
Ahorro anual Energía Final =	3.587,8	kWh		
Precio de la Energía =	0,123933	€ / kWh		
A _f = R = Ahorro Económico Anual Estimado =	444,65	€		
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	2.933,75	€		
K = Tipo de interés =	0,00729	-		
PB = I ₀ /R	6,6	años		
Cálculo del VAN y el TIR				
n (periodo de tiempo en años)	2	4	6	7
VAN	-2.054,08	-1187,09	-332,62	89,98
TIR	-0,527	-0,174	-0,026	0,015

Tabla 5.109 Cálculo de parámetros económicos para la instalación de paneles solares

MAE 11: Mejoras por disciplina de uso

Esta medida, que consiste en el control de la iluminación en cada uno de los espacios en función de la orientación de la fachada y de la franja horaria del día, no conlleva ninguna inversión y proporciona los siguientes resultados:

$$AEF = 4.836,60 \frac{kWh}{año} \rightarrow A_f = 599,41 \frac{€}{año}$$

MAE 12: Cambio de luminarias

En este caso, se trata de sustituir las luminarias existentes por las luminarias Master TL-D Eco de Philips de bajo consumo y mayor rendimiento. Por tanto, para llevar a cabo esta medida será necesaria una inversión en cuanto a las nuevas luminarias a instalar. A continuación, se desglosan estos costes:

Concepto	Unidades	Precio	Importe (incluye IVA)
Master TL-D Eco 16 W	20	6,84	136,8 €
Master TL-D Eco 32 W	76	6,84	519,84 €
Master TL-D Eco 51 W	18	8,90	160,2 €
Costes de reposición	114	2,75	313,5 €
TOTAL			1.130,34 €

Tabla 5.110 Inversión a realizar para la sustitución de las luminarias

El estudio económico refleja los siguientes resultados:

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	6.130,4	kWh
Precio de la Energía =	0,123933	€/ kWh
$A_r = R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	759,76	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	1.130,34	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0 / R$	1,5	años
Cálculo del VAN y el TIR		
n (periodo de tiempo en años)	1	2
VAN	-376,08	372,72
TIR	-0,328	0,222

Tabla 5.111 Evaluación de la rentabilidad de la inversión para la MAE 12 como terciario consumidor

MAE 13: Instalación de paneles de vidrio

Esta medida consiste en la combinación de dos actuaciones, que son la instalación de mamparas divisorias de vidrio en aquellos espacios que limitan con espacios interiores para aprovechar la iluminación natural y además se realiza un control de la iluminación artificial en función de la natural. Lo que se persigue con la implantación de esta medida es disminuir el consumo en iluminación del edificio.

La inversión que es necesario realizar está relacionada con el suministro del material y la sustitución de los paneles actuales de madera por las citadas mamparas.

Concepto	Unidades	Precio unitario	Total parcial
M2. Suministro e instalación de tabique desmontable Movinord M82 de perfilera vista, compuesto por módulo D vidriero en su totalidad de 1.200, 2.400 ó 3.600 mm de ancho a ejes con un vidrio central de 8, 10 ó 12 mm de espesor.	1	25.725,34 €	25.725,34 €
Controlador Actilume Philips	3	85,72 €	257,16 €
		Total neto	25.982,5 €
		IVA 18%	4.676,85 €
		TOTAL	30.659,35 €

Tabla 5.112 Inversión total a realizar para la instalación de mamparas divisorias de vidrio

En cuanto a la evaluación económica de la inversión, se obtienen los siguientes resultados:

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	840,20	kWh
Precio de la Energía =	0,123933	€/ kWh
$A_f = R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	104,13	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	30.659,35	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	294	años

Tabla 5.113 Estudio de la rentabilidad de la MAE 13

MAE 14: Control de la iluminación artificial en función de la natural

Para aplicar esta medida al edificio se deberán adquirir detectores de iluminación o sistemas de control para regular la emisión de luz de las lámparas en función del aporte de luz natural. El coste de la inversión asciende a:

Concepto	Unidades	Precio unitario	Total parcial (IVA incluido)
Controlador Actilume Philips. LCC 1653/00	27	85,72 €	2.314,44 €
Coste de instalación	-	171,36 €	171,36 €
TOTAL			2.485,8 €

Tabla 5.114 Costes totales para el control de la iluminación artificial

A continuación se estudia si dicha inversión es rentable mediante el análisis de los parámetros citados anteriormente, obteniéndose un periodo de amortización bajo.

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	12.229,8	kWh
Precio de la Energía =	0,123933	€/ kWh
$A_r = R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	1.515,67	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	2.485,8	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	1,6	años
Cálculo del VAN y el TIR		
n (periodo de tiempo en años)	1	2
VAN	-981,09	512,71
TIR	-0,390	0,143

Tabla 5.115 Estimación de la amortización necesaria para la MAE 13

Combinación de MAES:

Finalmente, una vez que se han evaluado cada una de las medidas por separado, se estudiará la rentabilidad de la combinación propuesta. La inversión total (Tabla 5.121) será la suma de cada una de las actuaciones que componen la combinación recomendada en el apartado 5.2.5 *Resumen del análisis energético de MAES propuestas. Selección, simulación y posterior análisis de la mejor combinación.*

MAES	Inversión a realizar (€)	Ahorro E. Final (€/año)
MAE 1_Modificación Consignas	0	3.469,64
MAE 2_ Reducción nivel de ventilación	0	336,68
MAE 5_ Control solar interior	0	175,10
MAE 6_ Bomba de calor 2T	13.540,55	1.078,68
MAE 9_Modificación a caudal variable	1.097,84	1.174,02
MAE 10_Placas solares ACS	2.933,75 €	444,65
MAE 11_Iluminación por disciplina	0	599,41
MAE 12_Cambio luminarias	1.130,34 €	759,76
MAE 14_Control iluminación artificial	2.485,80 €	1.515,67
TOTAL	21.188,28 €	9.553,61 €

Tabla 5.116 Inversión total para la combinación propuesta

Periodo de amortización			
Ahorro anual Energía Final =	79.804,89	kWh	
Precio de la Energía =	0,123933	€ / kWh	
A _f = R = Ahorro Económico Anual Estimado =	9.553,61	€	
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	21.188,28	€	
K = Tipo de interés =	0,00729	-	
PB = I ₀ /R	2,2	años	
Cálculo del VAN y el TIR			
n (periodo de tiempo en años)	1	2	3
VAN	-11.703,81	-2.287,98	7.059,69
TIR	-0,549	-0,066	0,167

Tabla 5.117 Cálculo de parámetros económicos para la combinación seleccionada en el
escenario *terciario consumidor*

Así pues, el tiempo de amortización estimado en base al escenario 1 será de 2 años.

En cuanto a éste supuesto escenario subjetivo y teniendo en cuenta que el criterio actual de la empresa para acometer inversiones cuya cantidad sea inferior a 100.000 € es aceptar aquellas con

pay back de 6 años, la implantación de la combinación de MAES propuestas podría acometerse sin problema. Téngase en cuenta que de añadido estarían las subvenciones ayudas susceptibles de ser solicitadas.

5.2.6.2 Costes de oportunidad como terciario generador (energía final)

En este escenario se tendrá en cuenta el beneficio que supondría la venta de los kWh no consumidos en la planta a la compañía eléctrica. Para cuantificar el ahorro en euros, multiplicamos por el precio al que la central vende el kWh a la Red Eléctrica que es de 0,0469 €/kWh (valor medio para el año 2009).

MAE 1: Modificación consignas

Esta medida no conlleva inversión alguna puesto que se trata de modificar las consignas de los termostatos en cada una de las zonas. El ahorro de energía final en este escenario vendrá dado por:

$$AEF = 27.996,1 \frac{kWh}{año} \rightarrow A_f = 27.996,1 \frac{kWh}{año} \times 0,0469 \frac{€}{kWh} = 1.313,02 €$$

MAE 2: Reducción del nivel de ventilación

En este caso, tampoco se requiere inversión alguna y el valor del ahorro será:

$$AEF = 2.716,70 \frac{kWh}{año} \rightarrow A_f = 127,41 \frac{€}{año}$$

MAE 4: Modificación acristalamientos

La sustitución propuesta de los vidrios actuales de las oficinas por vidrios dobles reflectantes en el este y el oeste y bajo emisivos en el sur no proporciona grandes ahorros, según se ha comentado anteriormente, y la inversión necesaria es muy elevada (Ver tabla 5.100). No obstante, a continuación se calcularán los parámetros económicos en este escenario.

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	878,30	kWh
Precio de la Energía =	0,0469	€/ kWh
$A_f = R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	41,19	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	24.480,3	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	594	años

Tabla 5.118 Cálculo económico para la MAE 4 en el escenario terciario generador

MAE 5: Control solar

Como ya se ha mencionado anteriormente, en este caso los dispositivos de control solar interior ya se encuentran instalados en las oficinas, por lo que esta medida no conlleva ningún coste asociado.

$$AEF = 1.412,9 \frac{kWh}{año} \rightarrow A_f = 66,26 \frac{€}{año}$$

En cuanto a la instalación de persianas exteriores, se requiere una inversión (detallada en la tabla 5.102 del apartado anterior). El cálculo económico realizado refleja los siguientes resultados:

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	2687,4	kWh
Precio de la Energía =	0,0469	€/ kWh
$A_f = R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	126,04	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	13.166,15	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	104	años

Tabla 5.119 Cálculo económico para el control solar exterior en el escenario terciario generador (energía final)

MAE 6: Sustitución de la planta enfriadora

La evaluación de esta medida en este escenario proporciona un tiempo de amortización muy alto como puede verse en la siguiente tabla:

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	8.703,8	kWh
Precio de la Energía =	0,0469	€/ kWh
$A_f = R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	408,21	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	13.540,55	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	33	años

Tabla 5.120 Cálculo económico de la MAE 6 para el escenario terciario generador

MAE 9: Modificación de caudal constante a caudal variable

La inversión a realizar en este caso es de 1.097,84 € (ver MAE 9 en el apartado 5.2.6.1. *Ahorro como terciario consumidor*). A continuación se estima si esta inversión es rentable en este escenario de amortización.

Periodo de amortización			
Ahorro anual Energía Final =	9.473	kWh	
Precio de la Energía =	0,0469	€/ kWh	
$R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	444,28	€	
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	1.097,84	€	
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-	
$PB = I_0/R$	2,47	años	
Cálculo del VAN y el TIR			
n (periodo de tiempo en años)	1	2	3
VAN	-656,77	-218,90	215,80
TIR	-0,595	-0,130	0,104

Tabla 5.121 Estimación económica de la MAE 9 para el escenario terciario generador

MAE 10: Empleo de producción térmica solar

En este caso, la inversión total necesaria para implementar esta medida asciende a 2.933,75 €, tal y como se detalló en el escenario anterior (ver tabla 5.108). Veamos a continuación el cálculo económico para dicha MAE:

Periodo de amortización					
Ahorro anual Energía Final =	3.857,8	kWh			
Precio de la Energía =	0,0469	€/ kWh			
A _f = R = Ahorro Económico Anual Estimado =	180,93	€			
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	2.933,75	€			
K = Tipo de interés =	0,00729	-			
PB = I ₀ /R	16,2	años			
Cálculo del VAN y el TIR					
n (periodo de tiempo en años)	4	8	12	16	18
VAN	-2.223,02	-1.532,66	-862,06	-210,67	107,99
TIR	-0,393	-0,135	-0,043	-0,001	0,011

Tabla 5.122 Cálculo económico para la MAE 10 en el escenario *terciario generador*

MAE 11: Mejoras por disciplina de uso

En este caso, el ahorro obtenido es:

$$AEF = 4.836,60 \frac{kWh}{año} \rightarrow A_f = 226,84 \frac{€}{año}$$

MAE 12: Cambio luminarias

En cuanto a la sustitución de las luminarias existentes por otras de mayor rendimiento, la inversión no es muy elevada como puede observarse en la tabla 5.110, obteniéndose un periodo de amortización para este escenario de aproximadamente 4 años.

Periodo de amortización					
Ahorro anual Energía Final =	6.130,4	kWh			
Precio de la Energía =	0,0469	€ / kWh			
A _f = R = Ahorro Económico Anual Estimado =	287,52	€			
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	1.130,34	€			
K = Tipo de interés =	0,00729	-			
PB _B = I ₀ /R _B	3,93	años			
Cálculo VAN y TIR					
n (periodo de tiempo en años)	1	2	3	4	5
VAN	-844,90	-561,53	-280,20	-0,918	276,35
TIR	-0,745	-0,353	-0,124	0,007	0,086

Tabla 5.123 Evaluación de la rentabilidad de la inversión para la MAE 12 en el escenario

terciario generador

MAE 13: Instalación de paneles de vidrio

En cuanto a la sustitución de los paneles actuales de madera por mamparas divisorias de vidrio, la inversión es muy elevada (Tabla 5.112) y por tanto, teniendo en cuenta el ahorro energético obtenido para esta MAE, el tiempo de amortización será también elevado.

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	840,20	kWh
Precio de la Energía =	0,0469	€ / kWh
$A_f = R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	39,41	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	30.659,35	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	778	años

Tabla 5.124 Estimación económica de la MAE 13 en el escenario terciario generador

MAE 14: Control de la iluminación artificial

Por último, para esta MAE será necesaria una inversión (Tabla 5.114) que viene dada principalmente por los fotosensores que controlarán el nivel de iluminación artificial en función de la luz visible detectada.

Periodo de amortización			
Ahorro anual Energía Final =	12.229,8	kWh	
Precio de la Energía =	0,0469	€ / kWh	
A _f = R = Ahorro Económico Anual Estimado =	573,57	€	
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	2.485,8	€	
K = Tipo de interés =	0,00729	-	
PB = I ₀ /R	4,3	años	
Cálculo del VAN y el TIR			
n (periodo de tiempo en años)	2	4	5
VAN	-1.351,08	-232,73	320,38
TIR	-0,391	-0,031	0,049

Tabla 5.125 Evaluación económica de la MAE 14 en el escenario *terciario generador*

Combinación propuesta

Una vez que se han evaluado todas las medidas en este escenario, se estudiará la rentabilidad de la combinación propuesta.

MAES	Inversión a realizar (€)	Ahorro E. Final (€/año)
MAE 1_Modificación Consignas	0	1.313,02
MAE 2_ Reducción nivel de ventilación	0	127,41
MAE 5_ Control solar interior	0	66,27
MAE 6_ Bomba de calor 2T	13.540,55	408,21
MAE 9_Modificación a caudal variable	1.097,84	444,28
MAE 10_Placas solares ACS	2.933,75 €	180,93
MAE 11_Iluminación por disciplina	0	226,84
MAE 12_Cambio luminarias	1.130,34 €	287,52
MAE 14_Control iluminación artificial	2.485,80 €	573,58
TOTAL	21.188,28 €	3.628,06 €

Tabla 5.126 Ahorro total de la combinación seleccionada en el escenario *terciario generador*

La evaluación económica de la combinación en este escenario proporciona también buenos resultados, si se tiene en cuenta el periodo máximo de amortización aceptable por la empresa para inversiones pequeñas (comentado en el apartado 5.2.6.1. *Ahorro como terciario consumidor*) y que podrá optarse además a subvenciones y ayudas de organismos públicos.

Periodo de amortización			
Ahorro anual Energía Final =	79.804,89	kWh	
Precio de la Energía =	0,0469	€ / kWh	
A _f = R = Ahorro Económico Anual Estimado =	3.628,06	€	
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	21.188,28	€	
K = Tipo de interés =	0,00729	-	
PB = I ₀ /R	5,8	años	
Cálculo del VAN y el TIR			
n (periodo de tiempo en años)	2	4	6
VAN	-14.010,74	-6.936,72	35,28
TIR	-0,492	-0,136	0,007

Tabla 5.127 Estimación económica de la combinación de MAES para el escenario
terciario generador

5.2.6.3 Ahorro como terciario generador (energía primaria y emisiones)

Por último, se realiza la estimación económica de las medidas seleccionadas considerando el ahorro de energía primaria obtenido, que implicará, a su vez, un ahorro en emisiones de CO₂.

Para cuantificar el ahorro de energía primaria (que en el caso que nos ocupa, y al ser una central de ciclo combinado generadora de energía eléctrica que emplea como combustible gas natural, es éste la única fuente de energía primaria considerada) se debe tener en cuenta el consumo específico de la central que es de 1,99 kWh_g PCS/ kWh_e. Este dato se multiplicará por el consumo de energía final obtenido mediante el programa y por el precio medio del gas natural 0,0209 €/kWh PCS, obteniendo así el ahorro anual de energía primaria en euros.

En el caso de las emisiones de CO₂, se debe conocer el ratio de kg CO₂ emitidos por cada kWh generado, que en nuestro caso es de 0,4. El ahorro de energía final obtenido se multiplicará por este ratio y por la cuota de emisión que es de 15 €/Tn CO₂, obteniéndose así el ahorro asociado a la reducción de las emisiones.

MAE 1: Modificación consignas

El ahorro de energía final para esta medida es de 27.996,1 kWh/año. Por tanto, según lo explicado en la introducción de este apartado, el ahorro en euros será:

$$A_p = 27.996,1 \frac{kWh_e}{año} \times 1,99 \frac{kWh_g}{kWh_e} \times 0,0209 \frac{€}{kWh_g} = 1.164,38 €/año$$

En cuanto al ahorro derivado del menor número de emisiones, el resultado es:

$$A_{CO_2} = 27.996,1 \frac{kWh_e}{año} \times \frac{0,4 kgCO_2}{kWh_e} \times 0,015 \frac{€}{kgCO_2} = 167,96 €/año$$

Por tanto, el ahorro anual total asciende a: $A_t = A_p + A_{CO_2} = 1.332,36 €$

MAE 2: Reducción del nivel de ventilación

En base a la metodología especificada al principio de este apartado, para esta medida los resultados son:

$$AEF = 2.716,70 \frac{kWh}{año} \rightarrow A_p = 112,99 \text{ €/año}$$

$$A_{CO_2} = 16,30 \text{ €/año}$$

Y el ahorro total viene dado por: $A_t = 129,29 \text{ €}$

MAE 4: Modificación acristalamientos

Los costes asociados a esta medida (detallados en la tabla 5.100) implican una gran inversión. El cálculo económico muestra los resultados siguientes:

Periodo de amortización		
Ahorro Energía Final =	878,30	kWh
Ahorro económico anual Energía Primaria =	36,53	€
Ahorro económico anual Emisiones =	5,27	€
$A_t = R =$ Ahorro económico Anual total Estimado =	41,80	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	24.480,3	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	585	años

Tabla 5.128 Cálculo económico para la MAE 4 en el escenario terciario generador
(energía primaria y emisiones)

MAE 5: Control solar

En cuanto a la utilización adecuada de los dispositivos de control solar interior instalados en el edificio, los resultados para este escenario son:

$$AEF = 1.412,9 \frac{kWh}{año} \rightarrow A_p = 58,76 \text{ €/año}$$

$$A_{CO_2} = 8,47 \text{ €/año}$$

$$A_t = A_p + A_{CO_2} = 67,24 \text{ €}$$

La medida de instalación de persianas exteriores evaluada en este escenario refleja un periodo de amortización muy alto, debido a la magnitud del ahorro obtenido y de la inversión a realizar.

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	2.687,4	kWh
Ahorro económico anual Energía Primaria =	111,77	€
Ahorro económico anual Emisiones =	16,12	€
$A_t = R =$ Ahorro económico Anual total Estimado =	127,89	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	13.166,15	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	102	años

Tabla 5.129 Cálculo económico para el control solar exterior en el escenario terciario
generador (energía primaria y emisiones)

MAE 6: Sustitución de la planta enfriadora

Para esta MAE que consiste en la sustitución de la planta enfriadora por una bomba de calor a dos tubos, se obtienen los siguientes resultados:

Periodo de amortización		
Ahorro Energía Final =	8.703,8	kWh
Ahorro Energía Primaria =	361,99	€
Ahorro emisiones =	52,22	€
$R =$ Ahorro Económico Anual Estimado =	414,21	€
$I_0 =$ Gasto de Inversión anual estimado =	13.540,55	€
$K =$ Tipo de interés =	0,00729	-
$PB = I_0/R$	32	años

Tabla 5.130 Parámetros económicos para la bomba de calor 2T

MAE 9: Modificación caudal constante a caudal variable

Con el ahorro obtenido en este caso, según lo indicado al principio de este apartado, se obtiene un periodo de amortización de 2 años aproximadamente, ya que la inversión no es muy elevada.

Periodo de amortización			
Ahorro Energía Final =	9.473	kWh	
Ahorro económico Energía Primaria =	393,99	€	
Ahorro económico emisiones =	56,84	€	
R = Ahorro Anual Energía Primaria + Emisiones =	450,83	€	
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	1.097,84	€	
K = Tipo de interés =	0,00729	-	
PB _A = I ₀ /R _A	2,4	años	
Cálculo del VAN y el TIR			
n (periodo de tiempo en años)	1	2	3
VAN	-650,27	-205,94	202,66
TIR	-0,589	-0,122	0,112

Tabla 5.131 Evaluación económica de la opción del variador en el escenario

terciario generador

MAE 10: Empleo de producción térmica solar

En cuanto a la instalación de las placas solares, se obtiene un periodo de amortización mayor que en el escenario anterior, debido al menor ahorro obtenido.

Periodo de amortización				
Ahorro Energía Final =	3.857,8	kWh		
Ahorro económico Energía Primaria =	160,45	€		
Ahorro económico Emisiones =	23,15	€		
R = Ahorro Anual Energía Primaria + Emisiones =	183,59	€		
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	2.933,75	€		
K = Tipo de interés =	0,00729	-		
PB = I ₀ /R	18	años		
Cálculo del VAN y el TIR				
n (periodo de tiempo en años)	4	8	12	18
VAN	-2.212,58	-1.512,06	-831,60	152,72
TIR	-0,390	-0,132	-0,042	0,013

Tabla 5.132 Evaluación económica de la MAE 10 en el escenario *terciario generador*

MAE 11: Mejoras por disciplina de uso

Si se suman el ahorro derivado de la energía primaria y el obtenido por la reducción de las emisiones de CO₂, el resultado no es muy elevado, pero habrá que tener en cuenta además, que no es necesaria ninguna inversión en este caso.

$$A_t = A_p + A_{CO_2} = 201,16 + 29,02 = 230,18 \text{ €}$$

MAE 12: Cambio luminarias

El periodo de amortización obtenido es de 4 años aproximadamente, como puede verse en la tabla siguiente y además se obtiene un ahorro total de 291,75 €.

Periodo de amortización				
Ahorro Energía Final =	6.130,4	kWh		
Ahorro económico Energía Primaria =	254,97	€		
Ahorro económico emisiones =	36,78	€		
R= Ahorro Energía Primaria+ Ahorro emisiones =	291,75	€		
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	1.130,34	€		
K = Tipo de interés =	0,00729	-		
PB _A = I ₀ /R _A =	3,8	años		
Cálculo del VAN y el TIR				
n (periodo de tiempo en años)	1	2	3	4
VAN	-840,70	-553,16	-267,69	15,69
TIR	-0,742	-0,347	-0,117	0,013

Tabla 5.133 Evaluación de la rentabilidad de la inversión en el caso de la MAE 12

MAE 13: Instalación paneles vidrio

En cuanto a la medida que consiste en la instalación de las mamparas divisorias de vidrio y en un mayor control de la iluminación artificial, se obtiene los siguientes resultados para este escenario:

Periodo de amortización		
Ahorro anual Energía Final =	840,20	kWh
Ahorro económico Energía Primaria =	34,94	€
Ahorro económico emisiones =	5,04	€
A _f = R = Ahorro Económico Anual Estimado =	39,98	€
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	30.659,35	€
K = Tipo de interés =	0,00729	-
PB = I ₀ /R	766	años

MAE 14: Control de la iluminación artificial

Para finalizar con el análisis económico de las medidas propuestas, el control de la iluminación artificial produce un ahorro de 582 € y un pay back de 4 años.

Periodo de amortización					
Ahorro Energía Final =	12.229,8	kWh			
Ahorro económico Energía Primaria =	508,65	€			
Ahorro económico Emisiones =	73,38	€			
R=Ahorro anual Energía Primaria + Emisiones =	582,03	€			
I ₀ = Gasto de Inversión anual estimado =	2.485,8	€			
K = Tipo de interés =	0,00729	-			
PB = I ₀ /R	4,3	años			
Cálculo del VAN y el TIR					
n (periodo de tiempo en años)	1	2	3	4	5
VAN	-1.907,98	-1.334,34	-764,86	-199,49	361,77
TIR	-0,766	-0,385	-0,157	-0,026	0,055

Tabla 5.134 Evaluación de la rentabilidad de la inversión en el caso de la MAE 14

Combinación de las MAES

A continuación se evaluará la combinación seleccionada en este escenario. La inversión a realizar viene dada por la suma de todas las actuaciones, aunque no será muy elevada, ya que algunas de las medidas elegidas no conllevan ningún coste. (Tabla 5.135)

MAES	Inversión a realizar (€)	Ahorro total (€/año)
MAE 1_Modificación Consignas	0	1.332,36
MAE 2_ Reducción nivel de ventilación	0	129,29
MAE 5_ Control solar interior	0	67,24
MAE 6_ Bomba de calor 2T	13.540,55	414,21
MAE 9_Modificación a caudal variable	1.097,84	450,83
MAE 10_Placas solares ACS	2.933,75 €	183,59
MAE 11_Iluminación por disciplina	0	230,18
MAE 12_Cambio luminarias	1.130,34 €	291,75
MAE 14_Control iluminación artificial	2.485,80 €	582,03
TOTAL	21.188,28 €	3.681,48 €

Tabla 5.135 Inversión total a realizar para la combinación de MAES elegida

Los parámetros económicos calculados para la combinación seleccionada en este escenario revelan los siguientes resultados:

Periodo de amortización						
R = Ahorro E. Primaria + Emisiones	=	3.681,48	€			
I₀ = Gasto de Inversión anual estimado	=	21.188,28	€			
K = Tipo de interés	=	0,00729	-			
PB = I₀/R		5,7	años			
Cálculo del VAN y el TIR						
n (periodo de tiempo en años)		1	2	3	4	5
VAN		-17.533,44	-13.905,06	-10.302,93	-6.726,87	-3.176,7
TIR		-0,826	-0,487	-0,266	-0,131	-0,045

Tabla 5.136 Estimación económica de la combinación de MAES

El criterio actual de la empresa para acometer inversiones es que el periodo de amortización o *payback* sea de 2 años para inversiones relativamente grandes. Pero, para inversiones pequeñas cuya cantidad sea inferior a 100.000 €, se pueden aceptar periodos de amortización de hasta 6 años.

Por tanto, teniendo en cuenta los periodos de amortización obtenidos para los diferentes escenarios, se puede concluir que la implantación de la combinación de MAES propuesta en el edificio podrá acometerse sin ningún problema en la empresa, reportándole, a su vez, un beneficio tanto económico como ambiental y cumpliéndose el objetivo marcado de ahorro en el sector terciario.

6 Conclusiones

Teniendo en cuenta el marco actual de crisis económica mundial y de concienciación sobre el impacto ambiental de la acción humana, resulta vital reducir los costes asociados al suministro energético, mediante un óptimo uso de la energía. Las empresas cuentan con una nueva herramienta para llevar a cabo su actividad con menor consumo energético, como es la implantación de sistemas de gestión energética, los cuales proporcionan las estrategias técnicas y de gestión con las que incrementar su eficiencia energética, reducir costes y mejorar su desempeño ambiental.

La central de ciclo combinado “Campo de Gibraltar” ha decidido integrar la gestión energética en su política de empresa, por lo que se encuentra inmersa en la implantación de un sistema de gestión energética según los requisitos de la norma UNE-EN 16001:2010. Durante la revisión del sistema por la Dirección al cierre de cada año, se realiza un seguimiento de dicho sistema con el objeto de analizar los aspectos energéticos definidos, estableciendo cuales son los aspectos significativos.

En la última revisión del sistema por la Dirección se establecieron una serie de aspectos energéticos a mejorar en el año en curso, entre los que cabe destacar el **sector terciario**, surgiendo la necesidad de este estudio. Dentro de este sector, el estudio se ha centrado en el edificio de oficinas.

Mediante la simulación energética del edificio a través de la herramienta de simulación térmica CALENER_GT, se han propuesto una serie de medidas de mejora.

Las propuestas de mejora se han analizado desde un punto de vista energético y en base a los resultados obtenidos, se ha seleccionado la mejor combinación de las mismas. Mediante la simulación de esta combinación se han obtenido ahorros energéticos importantes con respecto a la situación inicial, tal y como puede verse en los gráficos siguientes en cuanto a energía final y emisiones de CO₂.

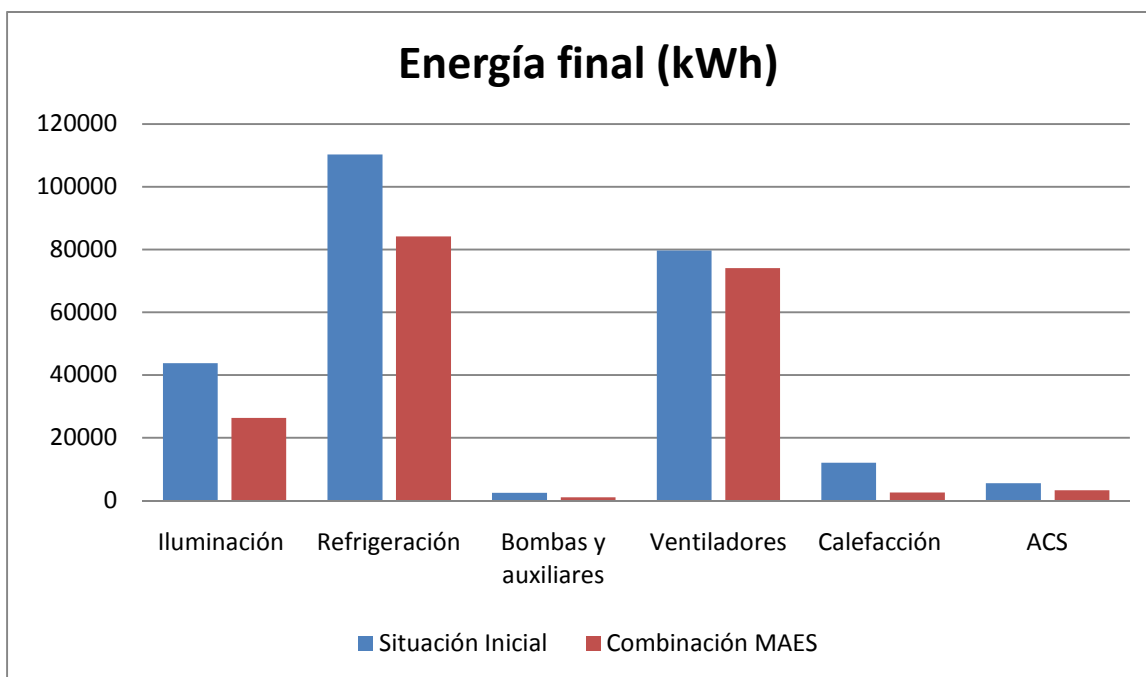


Figura 6.1 Comparación de consumos de energía final entre el escenario de partida y la combinación propuesta

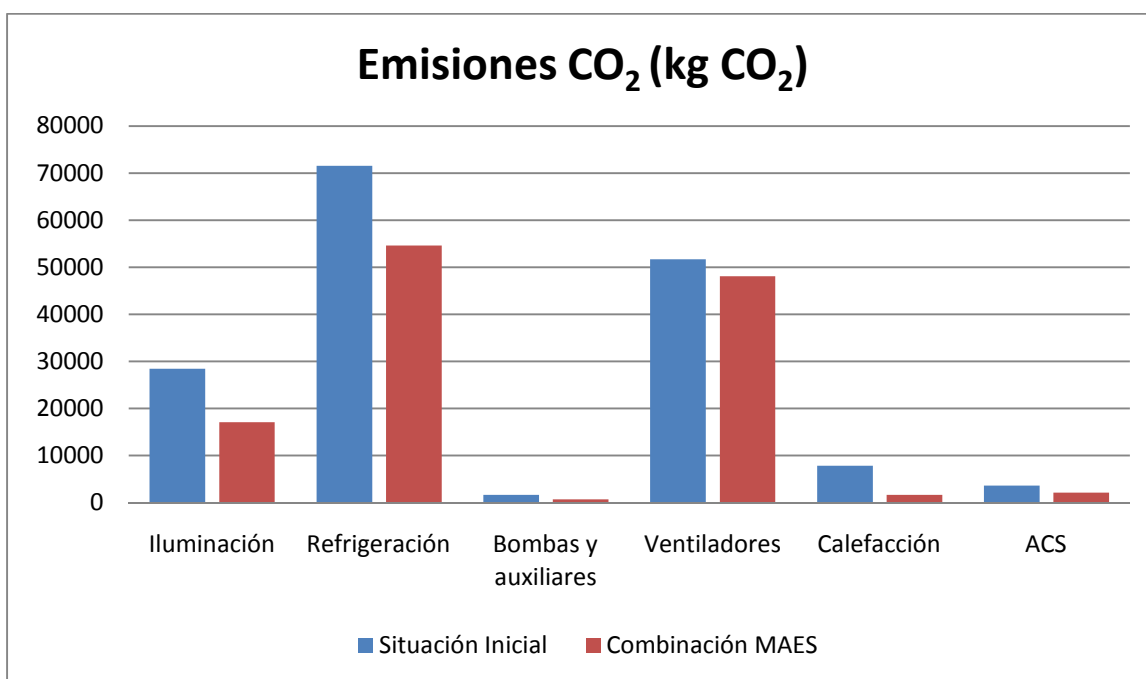


Figura 6.2 Emisiones de CO₂ para el escenario inicial y la combinación de MAES propuesta

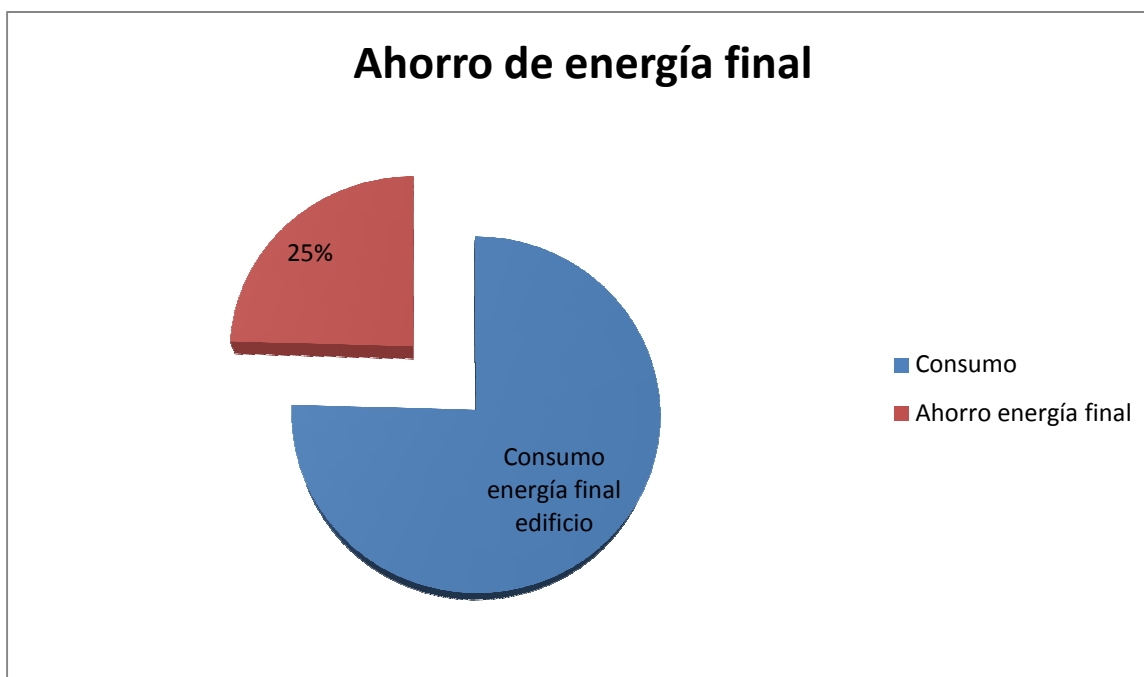


Figura 6.3 Ahorro de energía final obtenido al aplicar la combinación de MAES al edificio

Posteriormente, se han establecido tres posibles escenarios de amortización que ofrecen a la empresa a título orientativo (y de carácter subjetivo, dadas las circunstancias particulares del caso que se trata) información de los tiempos de *payback* que en el peor de los casos tendrían que asumir. Y se destaca la frase “en el peor de los casos”, ya que no se están teniendo en cuenta las posibles ayudas, subvenciones y/o financiaciones a las que la empresa generadora podrá optar a la hora de que decidan afrontar la implantación de las medidas propuestas. Los resultados de estos escenarios hipotéticos de amortización ofrecen tiempos de retorno de la inversión aceptables (considerando el criterio de la central para acometer inversiones pequeñas) para la combinación de MAES propuesta en todos los casos estudiados.

Así pues, el presente estudio ha conseguido concluir información tanto objetiva (tal y como los ahorros energéticos y de emisiones de CO₂ conseguidos con la implantación de las MAES), como información orientativa (a partir del estudio de los distintos escenarios de amortización estudiados), que ponen de manifiesto las ventajas que supondría para la empresa la implantación de las MAES propuestas. Ventajas medioambientales, sociales, políticas y de imagen que ayudarán al cumplimiento de los objetivos propuestos en el marco de la norma UNE-EN 16001:2010 “*Sistemas de Gestión energética. Requisitos y orientación para su uso*”.

7 Bibliografía

- ✓ “*Eficiencia energética en edificios. Certificación y auditorías energéticas*”. Francisco Javier Rey Martínez, Eloy Velasco Gómez. Thomson.
- ✓ “*El aborro energético. Estudios de viabilidad económica*”. Mario Aguer, Luis Jutglar, Ángel L. Miranda, Pedro Rufes. Ediciones Díaz de Santos.
- ✓ “*Guía de auditorías energéticas en edificios de oficinas en la comunidad de Madrid*”. Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid. Juan A. de Isabel, Mario García Galludo, Carlos Egido Ramos.
- ✓ “*Guía de aborro y eficiencia energética en oficinas*”. WWF España. Creara Consultores S.L.2008.
- ✓ Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- ✓ Manuales DOE 2.2. James Hirsch & Associates. Julio 2008
 - Volume 1: Basics.
 - Volume 2: Dictionary
 - Volume 2r: Dictionary- Refrigeration Simulation.
 - Volume 3: Topics.
 - Volume 4: Libraries & Reports
 - Volume 5: Compliance Analysis
 - Volume 6: New Features
 - Engineering Manual
- ✓ “*Manuales y programa informático CALENER. Calificación energética de edificios*”. Grupo de Termotecnia ETSII Universidad de Sevilla. IDEA, Sevilla, 2004.
 - Manual de Referencia

- Manual de Usuario
 - Manual Técnico
 - Manual de Curvas
-
- ✓ Manual de Usuario LIDER v1.0.
 - ✓ Guía del manual de LIDER. Ursa. Grupo Uralita. Junio 2007.
 - ✓ Q eQUEST, Introductory Tutorial, versión 3.63. James Hirsch & Associates. April 2009.
 - ✓ Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documentos del CTE:
 - HE 1: Limitación de demanda energética
 - HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas
 - HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación
 - HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
 - ✓ “*Guía práctica de aplicación del Código Técnico de la Edificación (CTE) para arquitectos*”. Antonio Rubinos Fuentes, Jesús Manuel Rubio Alonso. AENOR Ediciones.
 - ✓ Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
 - ✓ Modificación al RITE 11-12-2009. Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
 - ✓ Norma UNE-EN 13779/2008. Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.
-

- ✓ Norma UNE EN 16001:2010. “Sistemas de gestión energética”. Información disponible en < www.aenor.es >
- ✓ Norma UNE 216501:2009. “Auditorías energéticas. Requisitos”. Información disponible en < www.aenor.es >
- ✓ Instalaciones de iluminación en edificios en el marco del Código Técnico de la Edificación. Ayuntamiento de pamplona.2007
- ✓ Guía Técnica de Eficiencia energética en iluminación. Oficinas”. Información disponible en <www.idae.es>
- ✓ Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.
- ✓ Normas UNE-EN 12464:2003. “Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores”. Información disponible en < www.aenor.es >.
- ✓ Catálogo Philips. Información disponible en <www.philips.com>
- ✓ Programa ACSOL de la Agencia Andaluza de la Energía. Información disponible en <www.agenciaandaluzadelaenergía.es>

8 Anexos

Anexo I. Planos del edificio

Anexo II. Calendario laboral

Anexo III. Equipos de climatización

Anexo IV. Cálculos de iluminación

ANEXO I. PLANOS

1. Planta General. Almacenes de aceites, gases y residuos
 2. Edificio de oficinas. Planta baja - Distribución
 3. Edificio de oficinas. Planta alta - Distribución
 4. Edificio de oficinas. Planta cubierta – Distribución
 5. Edificio oficinas. Alzados
 6. Edificio de oficinas. Secciones
 7. Instalación de climatización. Esquema de principios
 8. Instalación de tuberías de climatización. Planta baja
 9. Instalación de conductos de climatización. Planta baja
 10. Instalación de climatización. Planta cubierta y casetón.
 11. Instalación de conductos de climatización. Planta alta
 12. Instalación de tuberías de climatización. Planta alta
-

ANEXO II. CALENDARIO LABORAL



jornada normal de lunes a jueves: 8:00-13:30 a 14:00-17:00
jornada normal viernes: 8:00-14:00
Jornada intensiva: 8:00-14:00

CALENDARIO LABORAL PRELIMINAR AÑO 2010 NUEVA GENERADORA DEL SUR

Pendiente de confirmar los festivos locales

Enero

L	M	X	J	V	S	D
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

1. Año nuevo
6. Epifanía del Señor

Febrero

L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

Marzo

L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

1. Por traslado de Día Andalucía

Abril

L	M	X	J	V	S	D
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

1. Jueves Santo
2. Viernes Santo

Mayo

L	M	X	J	V	S	D
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

1. Día del Trabajo
21. Fiesta Local San Roque

Junio

L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

Julio

L	M	X	J	V	S	D
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Agosto

L	M	X	J	V	S	D
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

13. Fiesta Local San Roque
16. Traslado de Asunción de la Virgen

Septiembre

L	M	X	J	V	S	D
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

Octubre

L	M	X	J	V	S	D
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

12 Fiesta Nacional

Noviembre

L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

2. Todos los Santos

Diciembre

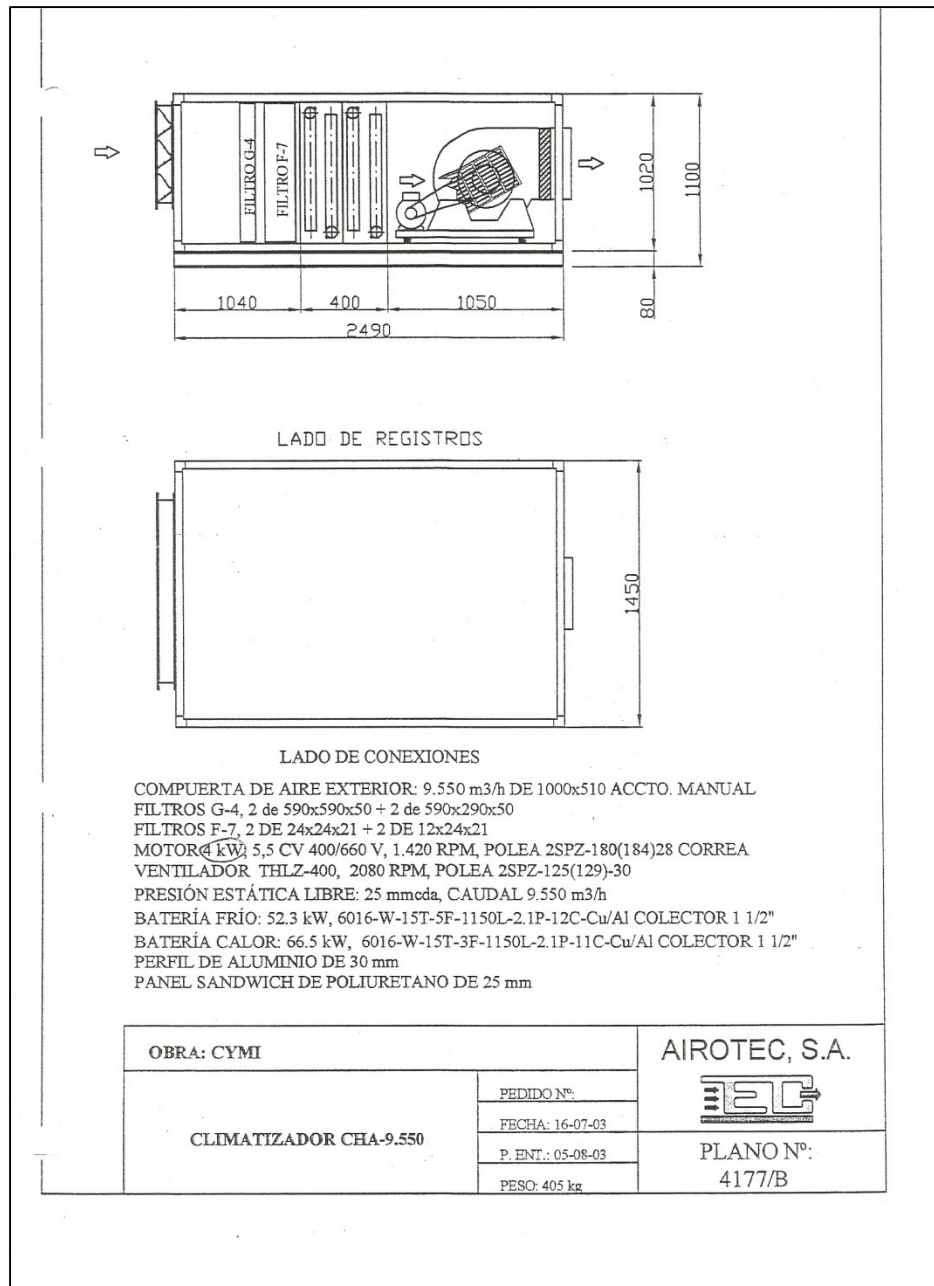
L	M	X	J	V	S	D
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

6. Constitución
8. Inmaculada
25. Navidad

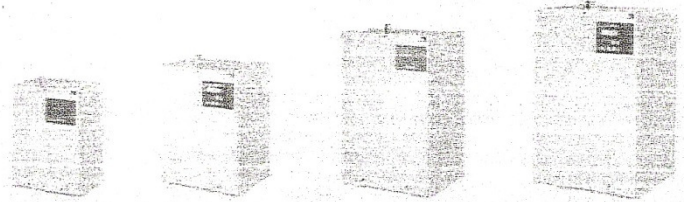
102	FIN DE SEMANA
14	FESTIVOS
166	LABORABLES JORNADA PARTIDA
83	LABORABLES JORNADA INTENSIVA
365	
25	Vacaciones

ANEXO III. EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

1. Climatizadora CHA 9550 de Airotec



2. Humectador C58 de Hygromatik




Datos técnicos de los humidificadores de vapor COMPACTLINE de HYGROMATIK

Modelo	C6	C10	C17	C30	C45	C58
Producción de vapor (kg/h)	6	10	17	30	45	58
Alimentación eléctrica	400V/3/N-50-50-Hz*					
Potencia nominal (kW)	4,5	7,5	12,8	22,5	33,8	43,5
Intensidad nominal (A)	6,5	10,8	18,4	32,5	48,8	62,8
Fusibles (A)	3x10	3x16	3x20	3x35	3x63	3x63
Tipo de microprocesador	L & EMP					
Tensión de manobra	230 V					
Tubo de vapor (mm)	1x25	1x25	1x25	1x40	1x40**	2x40
Tubo de condensados (mm)	1x12	1x12	1x12	1x12	1x12**	2x12
Número de lanzas	1	1	1	1	2**	2
Número de cilindros	1	1	1	1	1	1
Peso en vacío (kg)	10	12	19	20	22	31
Peso operativo (kg)	13	18	37	38	49	77
Dimensiones						
Alto (mm)	416	458	628	628	685	771
Ancho (mm)	334	370	437	437	479	570
Fondo (mm)	189	208	275	275	316	384
Alimentación de agua	1 a 10 bar, incluido adaptador para tubo de 10 mm					
Unidad de ventilación corresp.	VG08	VG17	VG17	VG30	2xVG30	2xVG30

* Otras alimentaciones eléctricas bajo pedido
** El suministro incluye las tes. necesarias para la conexión de dos tubos de vapor
Sujeto a modificaciones técnicas sin previo aviso

Hygromatik
HUMIDIFICAMOS EL AIRE

TECNISECO INGENIEROS, S.L.




INGENIEROS, S.L.

C/. Ciudad de Frías, nº 33
P. I. Camino de Getafe
28021 MADRID.
☎ (34) 91 723 36 40
☎ (34) 91 505 30 86
E-MAIL: info@tecniseco.es

L'Energia, 20
P.I. Famades
08940 CORNELLA (Barcelona)
☎ (34) 93 377 69 09
☎ (34) 93 377 46 73

3. Bombas de calor aire-aire o Roof-Top modelo IPC-255Z de Ciatesa



CIATESA Equipos aire-aire compactos
de cubierta **roof-top** **PC**

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

RPC - IPC		80	95	120	155	185	255	315
Potencias Refrigeración	Potencia Frigorífica (1) (kW)	18,9	22,7	29,7	37,3	43,0	59,4	74,6
	Potencia Absorbida (3) (kW)	8,0	9,1	12,2	15,3	17,6	24,0	30,0
	Rendimiento EER	2,4	2,5	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5
Potencias Calefacción	Potencia Calorífica (2) (kW)	19,8	23,1	30,3	38,2	44,7	60,6	76,4
	Potencia Absorbida (3) (kW)	6,6	7,6	10,2	12,8	14,8	19,6	25,6
	Rendimiento COP	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,0
Ventilador Circuito Exterior	Caudal aire nominal (m³/h)	8.000	8.000	13.000	19.000	20.000	22.000	28.000
	Presión estát. disp. (mm.c.a.)	--						
	Tipo	HELICOIDAL						
	Número / Diámetro	1 / 630	1 / 630	1 / 710	1 / 800	1 / 800	1 / 800	1 / 800
	Potencia (W)	690 / 480	690 / 480	980 / 700	2.000 / 1.250	2.000 / 1.250	2.000 / 1.250	2.000 / 1.250 + 690 / 480
Ventilador Circuito Interior	r.p.m.	900 / 690	900 / 690	900 / 680	880 / 660	880 / 650	880 / 660	880 / 660
	Caudal aire nominal (m³/h)	4.000	4.600	6.000	7.000	9.000	12.000	14.000
	Presión estát. disp. (mm.c.a.)	8	9	12	9	12	12	12
	Tipo	CENTRÍFUGO DOBLE OIDO						
	Número	1	1	1	1 x 2	1	1	1
Compresor	Potencia (W)	736	736	1.100	1.475	2.200	2.200	2.950
	r.p.m.	924	739	798	946	1.082	530	630
	Tipo	HERMÉTICO DE PISTÓN						
	Tipo aceite	MANEUROP SINTÉTICO ETER 160 SZ						
	Volumen aceite (l)	1,92	4,0	4,0	4,0	6,6	2 x 4,0	2 x 4,0
Intensidad Absorbida	Número compresores	1						
	Número circuitos	1						
	Número etapas	1						
	230 V / III ph / 50 Hz (A)	35,3	41,3	51,7	62,1	--	--	--
Refrigerante (R-407c)	400 V / III ph / 50 Hz (A)	26,4	25,4	31,4	43,6	44,0	63,0	84,2
	Carga RPC (kg)	5,5	5,5	6,6	7,3	10,0	14,0	16,2
	Carga IPC (kg)	7,1	7,5	7,0	8,0	10,2	15,0	16,2
Dimensiones	Largo (mm)	2.200	2.200	2.200	2.190	2.190	2.600	2.600
	Ancho (mm)	1.341	1.341	1.341	1.408	1.408	2.108	2.108
	Alto (mm)	1.279	1.279	1.279	1.381	1.381	1.414	1.414
Peso	RPC (kg)	441	460	516	530	540	828	845
	IPC (kg)	460	470	525	540	550	840	860
Evacuación de Condensados Ø		1 1/4"						

(1) Potencia frigorífica dada para unas condiciones de temperatura interior 27 °C, 50 % HR (19 °C BH) y 35 °C de temperatura exterior.
(2) Potencia calorífica dada para unas condiciones de temperatura interior 21 °C y 6 °C BH de temperatura exterior.
(3) Potencia total absorbida por compresor y motoventiladores en las condiciones nominales.

CLIMATIZACIÓN - REFRIGERACIÓN - TRATAMIENTO DE AIRE - INTERCAMBIOS TÉRMICOS

4. Split de techo sólo frío modelo ABG 54 FT de General

Mando a distancia

SPLIT TECHO SÓLO FRÍO



- Los mandos a distancia han sido cuidadosamente diseñados con el objeto de proporcionarles un cómodo manejo, y una visualización gráfica en pantalla de fácil lectura.

Master Control: Pulsador para regular las funciones de refrigeración, calefacción, deshumectación, ventilación. Permite también activar el funcionamiento automático según temperatura ambiente.

Fan Control: Regulador de la velocidad del ventilador que permite activar los modos: baja, media, alta y automática.

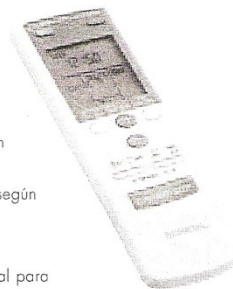
Timer: Gestión inteligente del tiempo necesario de puesta en marcha en función de la temperatura exterior e interior.

Ajuste termostático: Regulación y control de la temperatura de la estancia según programación.

Función "Sleep": Autorregulación automática para el confort nocturno.

Función "Air Flow Direction": Control de los abanicos horizontal y vertical para modificar el ángulo de expulsión del aire, y evitar la estratificación.

Autoarranque: Retoma el ciclo de programación en caso de interrupción del suministro eléctrico.



MODELOS	CAPACIDAD kcal/h		CONSUMO (W)		RATIO ENERGETICO		DIMENSIONES mm U. Interior			DIMENSIONES mm U. Exterior		
	Potencia frigorífica	Potencia calorífica	Frio	Calor	EER	COP	Ancho	Fondo	Alto	Ancho	Fondo	Alto
SPLIT ALLEGE PLAFONNIER INVERTER												
ABG 18 UI	4472 (1720-5074)	5332 (1720-6450)	1700	1900	3,06	3,26	990	655/199	199/655	830	320	650
ABG 24 UI	5590 (1720-6980)	5850 (1720-7740)	2150	1990	3,02	3,42	990	655/199	199/655	900	350	900
SPLIT ALLEGE PLAFONNIER FROID												
ABG 14 F	3612	-	1390	-	3,02	-	990	655/199	199/655	750	250	530
ABG 18 F	4645	-	1920	-	2,81	-	990	655/199	199/655	830	320	650
ABG 24 F	5590	-	2450	-	2,65	-	990	655/199	199/655	830	320	650
SPLIT ALLEGE PLAFONNIER REVERSIBLE												
ABG 14 U	3440	4045	1420	1350	2,82	3,48	990	655/199	199/655	750	250	530
ABG 18 U	4645	5160	1900	1850	2,84	3,24	990	655/199	199/655	830	320	650
ABG 24 U	5590	6365	2420	2300	2,69	3,22	990	655/199	199/655	830	320	650
SPLIT PLAFONNIER INVERTER												
ABG 30 UI	7310 (2150-8600)	8600 (2322-9632)	3000	2090	2,83	3,45	1660	700	240	900	330	830
ABG 36 UI	8600 (2580-9632)	9288 (2838-10922)	4120	3260	2,43	3,31	1660	700	240	900	330	830
ABG 45 UI	10750 (3010-12040)	12040 (3440-13760)	4450	4250	2,81	3,29	1660	700	240	900	330	1290
SPLIT PLAFONNIER FROID												
ABG 30 F	7225	-	2950	-	2,85	-	1660	700	240	900	330	830
ABG 36 FT	9030	-	3700	-	2,84	-	1660	700	240	900	330	1165
ABG 45 FT	10920	-	4380	-	2,90	-	1660	700	240	900	330	1165
ABG 54 FT	12470	-	5160	-	2,81	-	1660	700	240	900	330	1290
SPLIT PLAFONNIER REVERSIBLE												
ABG 30 U	7225	8170	2950	2780	2,85	3,42	1660	700	240	900	330	830
ABG 36 UT	9030	10150	3480	3450	3,02	3,42	1660	700	240	900	330	1165
ABG 45 UT	10922	12298	4380	4400	2,90	3,26	1660	700	240	900	330	1165
ABG 54 UT	12470	14190	5160	5300	2,81	3,11	1660	700	240	900	330	1290

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS A MODIFICAR LOS MODELOS O DATOS TÉCNICOS.

5. Enfriadora de agua monobloque TCAE 4140 – RC100 de Rhoss

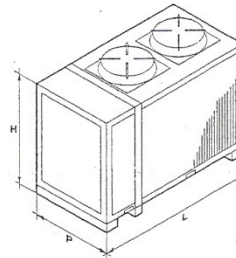
TCAE características técnicas

TCAE technical features

MODELO TCAE MODEL TCAE		230	235	245	250	260
Datos técnicos Technical data						
Potencia frigorífica nominal (*) Nominal cooling capacity (*)	kW	31,4	37,6	46,4	53,6	62,9
Presión sonora (**) Sound pressure level (**)	dB(A)	52	52	54	54	54
Compresor Scroll/etapas Scroll compressor/steps	n°	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2
Circuitos Circuits	n°	1	1	1	1	1
Ventiladores Fans	n. x kW	1x0,54	1x0,54	2x0,54	2x0,54	2x0,54
Caudal nominal ventiladores Fan nominal air flow	m³/h	9900	9700	16200	20400	19800
Caudal nominal evaporador Condenser/Evaporator nominal water flow	l/h	5400	6470	7980	9220	10770
Pérdidas carga nominales evaporador Condenser/Evaporator nominal pressure drops	kPa	30	30	36	33	45
Contenido agua evaporador Evaporator water contents	l	2,8	3,3	3,9	4,9	5,5
Carga refrigerante R407C R 407C refrigerant charge	kg	8,5	9	13	15	17
Carga aceite Poliéster Polyesters oil charge	l	1,6x2	4,0x2	4,0x2	4,0x2	4,0x2
Datos eléctricos Electrical data						
Consumo total potencia (*) Total absorbed power (*)	kW	11,1	13,5	17,5	19,4	22,7
Alimentación eléctrica de potencia Power supply	V-ph-Hz	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50
Alimentación eléctrica auxiliar Auxiliary power supply	V-ph-Hz	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50
Alimentación eléctrica de control Control power supply	V-ph-Hz	12-1-50	12-1-50	12-1-50	12-1-50	12-1-50
Corriente nominal Nominal current	A	19,6	26,6	31,4	36,2	38,2
Corriente máxima Maximum current	A	23,9	30,8	37,4	42,6	46,7
Corriente de arranque Starting current	A	86,6	116,2	144	150,5	190,5
Dimensiones Dimensions						
Ancho Length	L mm	1510	1510	2260	2260	2260
Altura Height	H mm	1730	1730	1730	1730	1730
Profundidad Depth	P mm	1050	1050	1050	1050	1050

(*) En las siguientes condiciones: temperatura aire entrada condensador 35°C; temperatura agua refrigerada 7°C; diferencial de temperatura al evaporador 5°C.
(**) Nivel de presión sonora en dB(A) referido a una medición en campo abierto a la distancia de 5 m de la unidad.
N.B.: Los datos de presión de impulsión útil y consumo para las bombas eléctricas ASP, P, P/DP, PU, PU/DP se indican en la pág. 26 + 29.

(*) At the following conditions: condenser air inlet temperature 35°C, chilled water temperature 7°C, temperature differential to the evaporator 5°C.
(**) Sound pressure level in dB(A) is referred to measures in open place at 5 m. distance.
N.B.: ESP data for ASP, P, P/DP, PU, PU/DP pumps can be found at page 26 + 29.



MODELO TCAE MODEL TCAE		470	490	4100	4110	4130	4140	4160
Datos técnicos Technical data								
Potencia frigorífica nominal (*) Nominal cooling capacity (*)	kW	75,2	91,8	100,1	114,2	136,4	149,8	162,2
Presión sonora (**) Sound pressure level (**)	dB(A)	56	56	56	56	63	63	63
Compresor Scroll/etapas Scroll compressor/steps	n°	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4	4/4
Circuitos Circuits	n°	2	2	2	2	2	2	2
Ventiladores Fans	n. x kW	3x0,54	3x0,54	3x0,54	3x0,54	3x1,80	3x1,80	3x1,80
Caudal nominal ventiladores Fan nominal air flow	m³/h	30400	29600	29600	28800	56800	59200	56800
Caudal nominal evaporador Condenser/Evaporator nominal water flow	l/h	12940	15790	17220	19640	23460	25770	27900
Pérdidas carga nominales evaporador Condenser/Evaporator nominal pressure	kPa	36	38	37	37	39	48	44
Contenido agua evaporador Evaporator water contents	l	6,3	7,5	8,4	9,6	11,3	12,1	13
Carga refrigerante R407C R 407C refrigerant charge	kg	23	29	34	35	40	42	45
Carga aceite Poliéster Polyesters oil charge	l	4,0x4	4,0x4	4,0x4	4,0x4	4,0x4	4,0x4	4,0x4
Datos eléctricos Electrical data								
Consumo total potencia (*) Winter total absorbed power (*)	kW	27,7	33,3	36,7	41,7	47,2	50,9	58,2
Alimentación eléctrica de potencia Power supply	V-ph-Hz	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50	400-3-50
Alimentación eléctrica auxiliar Auxiliary power supply	V-ph-Hz	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50	230-1-50
Alimentación eléctrica de control Control power supply	V-ph-Hz	12-1-50	12-1-50	12-1-50	12-1-50	12-1-50	12-1-50	12-1-50
Corriente nominal Nominal current	A	52,5	62,0	71,0	75,6	85,4	93,7	98,9
Corriente máxima Maximum current	A	62,3	73,6	84,8	92,2	108,6	117,7	126,8
Corriente de arranque Starting current	A	147,6	180,1	192,7	236	252,5	287	296,1
Dimensiones Dimensions								
Ancho Length	L mm	2780	2780	2780	2780	3530	3530	3530
Altura Height	H mm	2210	2210	2210	2210	2250	2250	2250
Profundidad Depth	P mm	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200

6. Fancoils modelos FL-650, FL-900, CF-20 y CF-30 de Termoven



Tabla de Selección Rápida

MODELO 2T (INSTALACION A DOS TUBOS)												MOD. 4T Batena 1R						
NTILAS	FL	P.Erig.Total (W/h)			P.Erig.Sensible (W/h)			P.Calorífica Total (W/h)			Q. Agua (l/s)	P.C. Agua (mca.)		P.Calorífica Total (W/h)			Q. Agua (l/s)	P.C. Agua (mca.)
		MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN	MAX	MED	MIN		ENTR	SAL	MAX	MED	MIN		
200	2R	1510	1340	1120	1163	1005	806	4380	3730	2920		0,6	0,4					
	3R	1770	1570	1290	1398	1178	929	5290	4440	3390	300	0,8	0,2	2370	2490	2120	300	1,0
	4R	1940	1720	1400	1535	1290	994	5890	4870	3640		0,7	0,1					
300	2R	2140	1870	1620	1648	1384	1166	6130	5100	4230		1,0	0,8					
	3R	2520	2200	1890	1966	1650	1361	7460	6090	4960	400	0,5	0,4	3850	5280	2810	300	1,1
	4R	2740	2410	2060	2189	1783	1462	8540	6720	5380		0,2	0,1					
450	2R	2770	2590	2320	2161	1968	1717	8070	7320	6320		1,4	1,1					
	3R	3240	3030	2720	2592	2363	2040	9850	8870	7560	450	0,7	0,5	4940	6540	4020	300	1,9
	4R	3530	3330	2990	2836	2592	2212	11060	9890	8530		0,3	0,2					
650	2R	3470	3120	2830	2741	2371	2094	10300	8800	7700	500	1,9	1,5					
	3R	4280	4190	3710	3633	3059	2634	12440	11190	9550	750	1,9	1,5	6130	8410	4830	300	1,6
	4R	5090	4630	4380	4028	3380	2892	15130	12400	10470	750		0,4					
900	2R	4670	4430	3960	3395	3366	2930	13300	12380	10640	800	1,8	1,4					
	3R	5850	5530	4890	4446	4148	3570	16670	15390	12980	900	1,2	0,9	7420	7030	6260	300	1,8
	4R	6520	6170	5430	5020	4628	3910	18920	17270	14930	900	0,9	0,3					
1100	2R	5150	4860	4500	4017	3694	3330	14880	13680	12290	800	2	1,5					
	3R	6690	6250	5720	5084	4625	4175	18900	17170	15190	1000	1,6	1,2	8240	7730	7130	300	2,1
	4R	7440	6950	6340	5664	5143	4564	21290	19260	16820	1000	1,1	0,9					
		CAUDAL		MAX	FL 200		FL 300	FL 450		FL 650	FL 900		FL 1100					
		DE AIRE		MED	380		550	760		1000	1250		1400					
		(m³/h)		MIN	290		400	640		750	1100		1200					
					200		300	500		600	850		1000					

TABLA DE SELECCION - DATOS TECNICOS

MODELO
CF-20

CAUDAL - 1800 M ³ /H			SOLO CALOR	
AGUA	T. BULBO SECO	POTENCIA Kcal/h	CAUDAL l/h	Δp AGUA m.c.d.a.
80-70°	0°	22.680	2.268	2,86
	10°	19.440	1.944	2,17
	20°	16.200	1.620	1,57
50-45°	0°	12.500	2.500	3,40
	10°	10.500	2.100	2,50
	20°	8.100	1.620	1,60

DATOS TECNICOS

MODELO	CAUDAL	PRESION DISP. 2 TUBOS	PRESION DISP. 4 TUBOS	VENTILADOR	MOTOR	Nº FILAS FRIO	Nº FILAS CALOR
S	1.800 M ³	6	4	9/9	1/3 CV	4	2
PE	1.800 M ³	24	21	9/9	1/2 CV	4	2

CURVAS DE SELECCION VENTILADOR

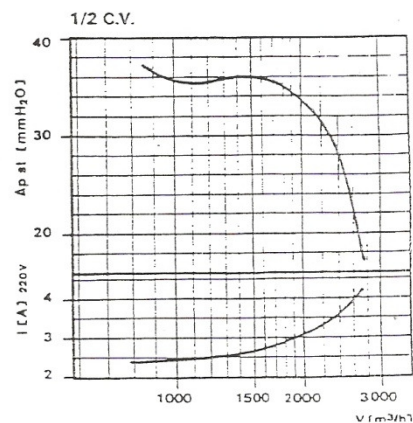
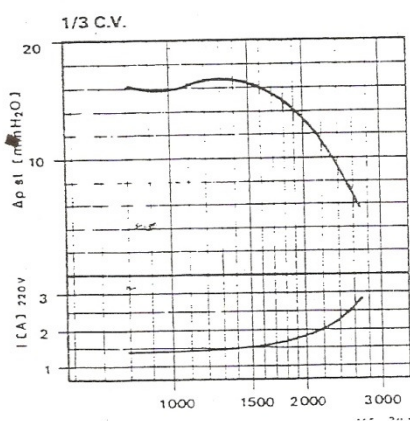
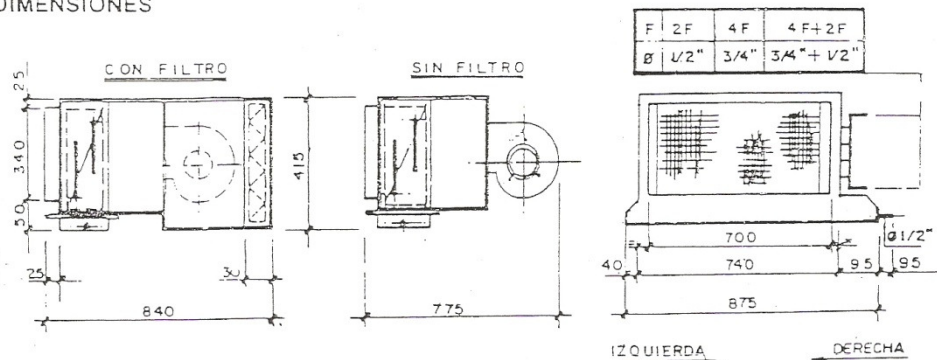


TABLA DE SELECCION - DIMENSIONES

MODELO
CF-20

DIMENSIONES



CAUDAL - 1800 M³/H

2 TUBOS

VERANO							INVIERNO				
AGUA	T. BULBO HUMEDO	POTENCIA TOTAL Fg/h	POTENCIA SENSIBLE T. SECA		CAUDAL L/H a 26°	Δp AGUA m.c.d.a.	AGUA	T. BULBO SECO	POTENCIA Kcal/h	CAUDAL L/H	Δp AGUA m.c.d.a.
			24°	26°							
7-12°	17	7.687	5.264	6.534	1.537	1,42	80-70°	0	29.600	2.960	3,60
	18	8.166	4.850	5.962	1.633	1,54		10	27.400	2.740	3,15
	19	8.601	4.466	5.504	1.720	1,71		20	26.500	2.475	2,52
	20	8.920	4.159	5.173	1.785	1,83					
9-14°	17	6.508	5.008	6.117	1.301	1,05	50-45°	0	14.800	2.960	3,60
	18	6.911	4.370	5.667	1.382	1,15		10	13.700	2.740	3,15
	19	7.470	3.975	5.080	1.494	1,35		20	11.880	2.375	2,42
	20	7.825	3.565	4.538	1.565	1,43					
10-15°	17	5.682	4.831	5.682	1.136	0,82					
	18	5.893	4.246	5.362	1.178	0,87					
	19	6.648	3.747	4.786	1.336	1,15					
	20	7.247	3.279	4.419	1.449	1,25					

CAUDAL - 1800 M³/H

4 TUBOS

FRIO - TODO TIEMPO - CALOR											
AGUA	T. BULBO HUMEDO	POTENCIA TOTAL Fg/h	POTENCIA SENSIBLE T. SECA		CAUDAL L/H a 26°	Δp AGUA m.c.d.a.	AGUA	T. BULBO SECO	POTENCIA Kcal/h	CAUDAL L/H	Δp AGUA m.c.d.a.
			24°	26°							
7-12°	17	7.687	5.264	6.534	1.537	1,42	80-70°	0	22.680	2.268	2,86
	18	8.166	4.850	5.962	1.633	1,54		10	19.440	1.944	2,17
	19	8.601	4.466	5.504	1.720	1,71		20	16.200	1.620	1,57
	20	8.920	4.159	5.173	1.785	1,83					
9-14°	17	6.508	5.008	6.117	1.301	1,05	50-45°	0	12.500	2.500	3,40
	18	6.911	4.370	5.667	1.382	1,15		10	10.500	2.100	2,50
	19	7.470	3.975	5.080	1.494	1,35		20	8.100	1.620	1,60
	20	7.825	3.565	4.538	1.565	1,43					
10-15°	17	5.682	4.831	5.682	1.136	0,82					
	18	5.893	4.246	5.362	1.178	0,87					
	19	6.648	3.747	4.786	1.336	1,15					
	20	7.247	3.279	4.419	1.449	1,25					

TABLA DE SELECCION - DATOS TECNICOS

MODELO
CF-30

CAUDAL - 2800 M ³ /H			SOLO CALOR	
AGUA	T. BULBO SECO	POTENCIA Kcal/h	CAUDAL l/h	Δp AGUA m.c.d.a.
80-70°	0°	34.440	3.440	3,10
	10°	30.240	3.024	2,39
	20°	25.200	2.520	1,75
50-45°	0°	18.500	3.700	3,44
	10°	16.000	3.200	2,65
	20°	12.600	2.520	1,75

DATOS TECNICOS

MODELO	CAUDAL	PRESION DISP. 2 TUBOS	PRESION DISP. 4 TUBOS	VENTILADOR	MOTOR	Nº FILAS FRIO	Nº FILAS CALOR
S	2.800 M ³	7	5	9/9×2	1/3 CV×2	4	2
PE	2.800 M ³	25	23	9/9×2	1/2 CV×2	4	2

CURVAS DE SELECCION VENTILADOR

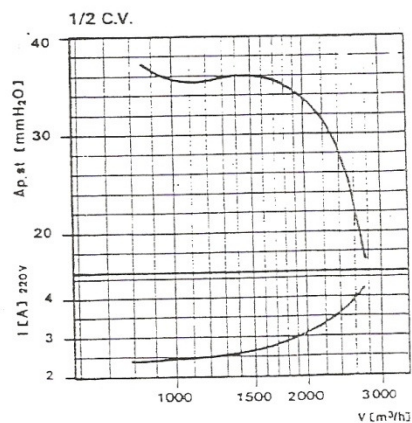
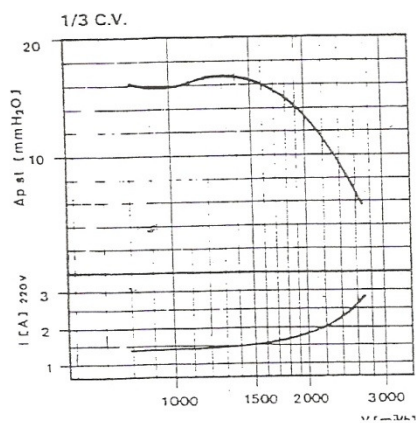
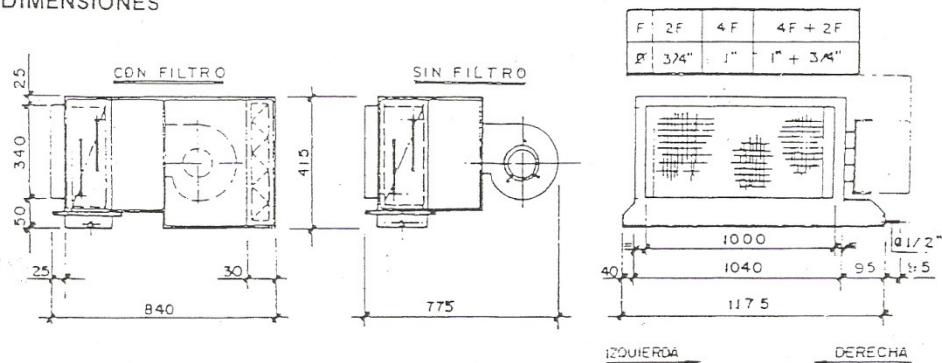


TABLA DE SELECCION - DIMENSIONES

MODELO
CF-30

DIMENSIONES



CAUDAL - 2800 M ³ /H							2 TUBOS				
VERANO							INVIERNO				
AGUA	T. BULBO HUMEDO	POTENCIA TOTAL Fg/h	POTENCIA SENSIBLE T. SECA		CAUDAL L/H a 26°	Δp AGUA m.c.d.a.	AGUA	T. BULBO SECO	POTENCIA Kcal/h	CAUDAL L/H	Δp AGUA m.c.d.a.
			24°	26°							
7-12°	17	11.618	7.935	9.875	2.323	1,85	80-70°	0	40.000	4.000	3,80
	18	12.383	7.429	9.040	2.476	2,10		10	38.000	3.800	3,57
	19	13.030	6.727	8.340	2.606	2,26		20	35.500	3.550	3,10
	20	13.305	5.948	7.717	2.661	2,35					
9-14°	17	9.401	7.566	9.120	1.880	1,26	50-45°	0	20.000	4.000	3,80
	18	10.411	6.638	8.537	2.082	1,52		10	19.000	3.800	3,57
	19	11.105	5.840	7.552	2.221	1,70		20	17.750	3.550	3,10
	20	11.810	5.351	6.850	2.362	1,92					
10-15°	17	8.839	7.411	8.839	1.767	1,15					
	18	9.218	6.540	8.112	1.843	1,23					
	19	9.874	5.722	7.109	1.974	1,39					
	20	10.901	4.912	6.650	2.180	1,65					

CAUDAL - 2800 M ³ /H							4 TUBOS				
FRIO - TODO TIEMPO - CALOR											
AGUA	T. BULBO HUMEDO	POTENCIA TOTAL Fg/h	POTENCIA SENSIBLE T. SECA		CAUDAL L/H a 26°	Δp AGUA m.c.d.a.	AGUA	T. BULBO SECO	POTENCIA Kcal/h	CAUDAL L/H	Δp AGUA m.c.d.a.
			24°	26°							
7-12°	17	11.618	7.935	9.875	2.323	1,85	80-70°	0	34.440	3.440	3,10
	18	12.383	7.429	9.040	2.476	2,10		10	30.240	3.024	2,39
	19	13.030	6.727	8.340	2.606	2,26		20	25.200	2.520	1,75
	20	13.305	5.948	7.717	2.661	2,35					
9-14°	17	9.401	7.566	9.120	1.880	1,26	50-45°	0	18.500	3.700	3,44
	18	10.411	6.638	8.537	2.082	1,52		10	16.000	3.200	2,65
	19	11.105	5.840	7.552	2.221	1,70		20	12.600	2.520	1,75
	20	11.810	5.351	6.850	2.362	1,92					
10-15°	17	8.839	7.411	8.839	1.767	1,15					
	18	9.218	6.540	8.112	1.843	1,23					
	19	9.874	5.722	7.109	1.974	1,39					
	20	10.901	4.912	6.650	2.180	1,65					

7. Baterías eléctricas de calentamiento terminal tipo MES



SALVADOR ESCODA S.A.
www.salvadorescoda.com

Provença, 392 pl. 1 y 2
08025 BARCELONA
Tel. 93 446 27 80
Fax 93 456 90 32

CATÁLOGO TÉCNICO

MANUALES, CATÁLOGOS Y HOJAS TÉCNICAS: EN NUESTRA WEB

09 BATERÍAS ELÉCTRICAS NORMALIZADAS Tipo MES



CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS:

Marco en chapa galvanizada. Resistencias blindadas tubo AISI 321 o 304L diam. 8 mm. Aletas 25 x 50 mm en chapa galvanizada, con racores engrapados de acero zincado. Termostato disco de protección incorporado de 74°.

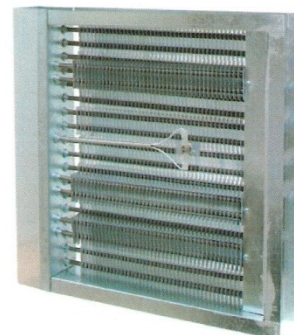
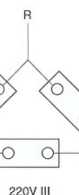
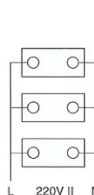
Se sirven sin cablear, lo cual permite al cliente hacer el montaje eléctrico adecuado a sus necesidades, pudiendo trabajar a 220V en monofásico, o 220/380V en trifásico.

LIMITACIONES DE FUNCIONAMIENTO:

Temperatura máxima 100°C con V aire= 2 m/seg.

No es aconsejable su uso en ambientes corrosivos, oxidantes o excesivamente húmedos, en ningún caso para ambientes potencialmente peligrosos por la presencia de ciertos gases explosivos o inflamables en el aire.

CONEXIONADO ELÉCTRICO DE LAS RESISTENCIAS:



FABRICACIONES ESPECIALES:

Podemos fabricar cualquier potencia y medida, siempre con las resistencias aleteadas normalizadas. Posibilidad de fabricación también con aletas y marco en Inox.

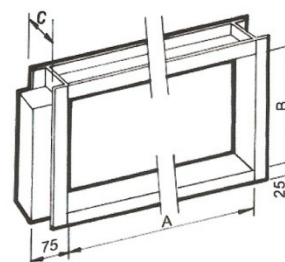
ACCESORIOS

Juego de contramarcos, ideal para el montaje de la batería intercalada en conductos de chapa o fibra.

Portabaterías, que permiten el montaje de la batería intercalada en conductos igual que el contramarco, pero permitiendo el desmontaje rápido para efectuar el mantenimiento de la misma.

Reducciones y tolvas para facilitar el acople de las baterías a cualquier medida de

Modelo	Dimensiones			Potencia		Resistencias	
	A	B	C	Kw	Kcal/h	Cant.	Potencia
MES 3	400	250	50	3	2.580	3	1000 W
MES 6	400	250	75	6	5.160	6	1000 W
MES 3/2	400	500	50	3	2.580	3	1000 W
MES 6/2	400	500	75	6	5.160	6	1000 W
MES 9	400	500	75	9	7.740	9	1000 W
MES 12	400	500	100	12	10.320	12	1000 W
MES 15	400	500	100	15	12.900	15	1000 W
MES 18	400	500	100	18	15.480	18	1000 W
MES 21	400	500	100	21	18.060	21	1000 W
MES 24	400	500	100	24	20.640	24	1000 W
MES 4,5	500	250	50	4,5	3.870	3	1500 W
MES 9/2	500	250	75	9	7.740	6	1500 W
MES 9/3	500	500	50	9	7.740	6	1500 W
MES 13,5	500	500	75	13,5	11.610	9	1500 W
MES 18	500	500	75	18	15.480	12	1500 W
MES 22,5	500	500	75	22,5	19.350	15	1500 W
MES 27	500	500	100	27	23.220	18	1500 W



RESISTENCIAS ELÉCTRICAS "AIRE"

8. Bombas de frío y calor Wilo


Wilo Ibérica, S.A. C/ Tales de Mileto, 32 E 28806 Alcalá de Henares Teléfono +34 91 879 71 00 Telefax +34 91 879 71 01		DPL 80/115-2,2/2 <i>BOMBA FRIO</i>		WILO																																																							
Cliente Nº Cliente Contacto Proyecto		Elaborado por Fecha 25.08.2003 Nº proyecto		Página 1 / 1																																																							
			Datos de trabajo teóricos Caudal 0 m³/h Altura de impulsión 0 m Fluido Agua limpia Temperatura fluido 20 °C Densidad 0,9983 kg/dm³ Viscosidad cinemática 1,005 mm²/s Presión de vapor 1 bar																																																								
			Datos bomba Marca WILO Tipo DPL 80/115-2,2/2 Tipo inst. Bomba doble, paralelo Presión nominal máx. PN 10 Temp. mín. fluido -10 °C Temp. máx. fluido 120 °C																																																								
			Datos hidráulicos (punto de trabajo) Caudal 0 m³/h Altura de impulsión 0 m Potencia en el eje P2 0 kW Velocidad 2900 1/min NPSH 0 m Diámetro rodete 119 mm																																																								
			Materiales Carcasa EN-GJL-250 Eje X 20 Cr 13 (1.4021) Rodete Sintético Cierre mecánico AQ1EGG (Estándar) Linterna EN-GJL-250 Eje partido X 2 Cr NiMo 1810																																																								
			Medidas <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a</td> <td>155</td> <td>l0</td> <td>360</td> <td>e</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>k1</td> <td>249</td> <td>b</td> <td>205</td> <td>h</td> <td>235</td> </tr> <tr> <td>k2</td> <td>231</td> <td>m</td> <td>180</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>100</td> <td>n</td> <td>8</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>138</td> <td>p</td> <td>478</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>200</td> <td>r</td> <td>18</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>dL</td> <td>19</td> <td>k</td> <td>160</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>g</td> <td>176</td> <td>x</td> <td>150</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			mm						a	155	l0	360	e	120	k1	249	b	205	h	235	k2	231	m	180			c	100	n	8			d	138	p	478			D	200	r	18			dL	19	k	160			g	176	x	150		
mm																																																											
a	155	l0	360	e	120																																																						
k1	249	b	205	h	235																																																						
k2	231	m	180																																																								
c	100	n	8																																																								
d	138	p	478																																																								
D	200	r	18																																																								
dL	19	k	160																																																								
g	176	x	150																																																								
Lado aspiración DN 80 / PN 16 Lado impulsión DN 80 / PN 16 Peso 76 kg			Datos del motor Pot. nominal P2 2,2 kW Velocidad nominal 2900 1/min Tensión nominal 3- 400 V , 50 Hz Intensidad máx. absorbida 4,8 A Tipo de protección IP 55 Tolerancia tensión																																																								
Referencia de la versión estándar 002007088																																																											

Reservado el derecho a introducir modificaciones Versión Software 3.0 - 04.02.2003 (Build 501) Grupo de usuarios ES Estado datos 01/03/2003

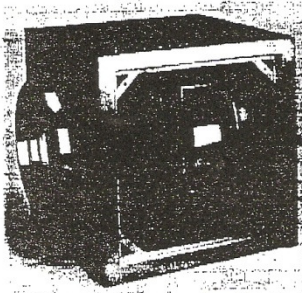
Wilo Ibérica, S.A. C/ Tales de Mileto, 32 E 28806 Alcañiz de Henares Teléfono +34 91 875 71 00 Telefax +34 91 875 71 01		TOP-SD 65/13 3~ <i>Bomba caudal</i>		WILO																																									
Página 1 / 1																																													
Cliente Nº Cliente Contacto Proyecto		Elaborado por Fecha 25.08.2003 Nº proyecto																																											
		Datos de trabajo teóricos Caudal 0 m³/h Altura de impulsión 0 m Fluido Agua limpia Temperatura fluido 20 °C Densidad 0,9983 kg/dm³ Viscosidad cinemática 1,005 mm²/s Presión de vapor 1 bar																																											
		Datos bomba Marca WILO Tipo TOP-SD 65/13 3~ Tipo inst. Bomba doble, paralelo Presión nominal máx. PN 16 Temp. mín. fluido -10 °C Temp. máx. fluido 130 °C																																											
		Datos hidráulicos (punto de trabajo) Caudal 2800 m³/h Altura de impulsión 13 m Potencia absorbida P1 2800 kW Velocidad 1/min																																											
Altura mín. aspiración		<table border="1"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>50</td> <td>95</td> <td>110</td> <td>130</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Altura mín. aspiración</td> <td>3</td> <td>10</td> <td>16</td> <td>29</td> <td>m</td> </tr> </table>				Temperatura	50	95	110	130	°C	Altura mín. aspiración	3	10	16	29	m																												
Temperatura	50	95	110	130	°C																																								
Altura mín. aspiración	3	10	16	29	m																																								
Materiales Carcasa bomba EN-GJL-250 Eje X 40 Cr 13 Rodete Polipropileno, ref. con fib. de vidrio Cojinete Carbón, impre. d. metal		Medidas																																											
<table border="1"> <tr> <td>a</td> <td>80</td> <td>i</td> <td>250</td> <td>r</td> <td>18</td> <td>d</td> <td>122</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>92,5</td> <td>l</td> <td>340</td> <td>q1</td> <td>190</td> <td>D</td> <td>185</td> </tr> <tr> <td>b1</td> <td>125</td> <td>l1</td> <td>251</td> <td>q2</td> <td>187</td> <td>dL</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>k1</td> <td>223</td> <td>m</td> <td>185</td> <td>n</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>k2</td> <td>209</td> <td>p</td> <td>162</td> <td>k</td> <td>145</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		a	80	i	250	r	18	d	122	c	92,5	l	340	q1	190	D	185	b1	125	l1	251	q2	187	dL	18	k1	223	m	185	n	4			k2	209	p	162	k	145			Lado aspiración DN 65 / PN 16 Lado impulsión DN 65 / PN 16 Peso 53 kg			
a	80	i	250	r	18	d	122																																						
c	92,5	l	340	q1	190	D	185																																						
b1	125	l1	251	q2	187	dL	18																																						
k1	223	m	185	n	4																																								
k2	209	p	162	k	145																																								
Datos del motor Pot. nominal P2 1,1 kW Potencia absorbida P1 1,449 kW Velocidad nominal 2800 1/min Tensión nominal 3~ 400 V , 50 Hz Intensidad máx. absorbida 2,93 A Tipo de protección IP 43 Tolerancia tensión		Referencia de la versión estándar 112127295 (PN16)																																											
Reservado el derecho a introducir modificaciones Versión Software 3.0 - 04.02.2003 (Build 501)																																													

9. Extractores aseos de Soler y Palau modelos CVAT/4-1500/250 y CVAT/4-1200-250.

05-SEP-2003 14:43
CEVER SA
05-SEP-2003 14:43



CAJAS DE VENTILACION Serie CVAB-CVAT



■ Descripción

La gama consta de 17 modelos que cubren un margen de caudales desde 700 a 17.500 m³/h.

Cajas de ventilación con aislamiento acústico y ventilador con rodete de álabes hacia atrás. Autolimpiantes y sin peligro de sobrecargar el motor.

i - RODETE DE ALABES HACIA ATRAS
- AUTOLIMPIANTES
- VERSATILIDAD EN LA ORIENTACIÓN DE LA BOCA DE DESCARGA

■ Aplicaciones

Ventilación general de locales como:

- Comercios
- Oficinas
- Restaurantes
- Cocinas industriales

Es imprescindible comprobar que las características eléctricas (voltaje, intensidad, frecuencia, etc.) del motor que aparecen en la placa del mismo son compatibles con las de la instalación.

■ Construcción

Cajas
Fabricadas en chapa galvanizada. Ejecución con doble pared con aislamiento interior. Bidas circulares de diámetro normalizado a la aspiración y a la descarga.

Ventilador
Ventilador centrífugo con rodete de álabes

hacia atrás, fabricados en chapa de acero galvanizada. Motor directamente acoplado.

Motor
Motor de tipo asíncrono con rotor de jaula de ardilla en aluminio inyectado (según Norma UNE-20113 y CEI 34-1).

- Monofásicos 230 V 50 Hz.
- Trifásicos 230/400 V 50 Hz.
- IP-55. - Clase F.
- Rodamientos de engrase permanente.
- Protección térmica accesible en caja de bornes.
- Regulable en tensión (hasta al modelo CVAT/4-5600/400 incluido).

■ Características técnicas

Tipo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia abs. máxima (W)	Intensidad absorbida máxima (A)		Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora (dB(A)) a 1,5 m			Peso (kg)
			a 230 V	400 V		Descarga	Aspiración	Radiado	
CVAB/4-700/200	1375	62	0,3	-	690	46	44	32	26
CVAB/4-1200/250	1340	115	0,57	-	1150	51	47	35	30
CVAB/4-1500/250	1380	160	0,72	-	1520	54	52	42	38
CVAB/4-2600/355	1350	275	1,2	-	2600	60	55	42	46
CVAB/4-3800/355	1380	570	2,6	-	3750	63	60	48	62
CVAB/4-5600/400	1380	1100	5,3	-	5600	70	66	52	94
CVAT/4-700/200	1375	62	-	0,17	690	46	44	32	26
CVAT/4-1200/250	1340	115	-	0,35	1150	51	47	35	30
CVAT/4-1500/250	1380	160	-	0,5	1520	54	52	42	38
CVAT/4-2600/355	1350	275	-	0,8	2600	60	55	42	46
CVAT/4-3800/355	1380	570	-	1,5	3750	63	60	48	62
CVAT/4-5600/400	1380	1100	-	1,8	5600	70	66	52	94
CVAT/4-9000/500	1475	2050	-	4,8	8800	76	75	60	105
CVAT/6-8000/500	960	900	-	3,3	5700	67	65	53	105
CVAT/6-10000/630	975	1500	-	3,9	10000	70	69	53	120
CVAT/6-14000/630	965	2500	-	5,4	14000	74	73	58	160
CVAT/6-17000/710	965	3900	-	6,9	17100	78	76	60	220

■ Características acústicas

Espectro de potencia sonora dB(A) por banda de frecuencia (Hz):

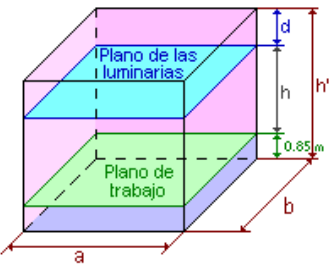
Tipo	Des.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
CVAB-CVAT/4 700/200	Des.	36	45	51	56	55	51	49	43
	Asp.	39	48	52	53	52	49	45	42
	Rad.	31	42	43	37	36	30	29	27
CVAB-CVAT/4 1200/250	Des.	37	49	54	60	58	56	60	48
	Asp.	42	53	53	55	56	53	52	44
	Rad.	33	46	43	38	38	33	35	28
CVAB-CVAT/4 1500/250	Des.	45	54	62	65	59	56	53	42
	Asp.	53	60	58	60	59	56	50	44
	Rad.	45	54	49	45	43	36	33	29
CVAB-CVAT/4 2600/355	Des.	41	59	69	71	63	63	66	63
	Asp.	48	59	65	63	63	60	58	53
	Rad.	38	51	53	45	44	38	39	35
CVAB-CVAT/4 3800/355	Des.	54	64	73	72	66	64	55	63
	Asp.	57	64	69	66	69	64	60	55
	Rad.	49	57	59	50	52	44	43	39
CVAB-CVAT/4 5600/400	Des.	59	64	73	75	62	76	75	71
	Asp.	64	65	71	73	77	70	66	61
	Rad.	56	59	62	57	60	50	50	45

Tipo	Des.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
CVAT/4 9000/500	Des.	59	74	81	84	88	80	70	63
	Asp.	67	89	72	76	89	81	69	62
	Rad.	59	84	63	61	73	62	53	47
CVAT/6 6000/500	Des.	50	65	72	75	79	71	61	54
	Asp.	56	66	71	75	74	71	64	54
	Rad.	49	61	63	60	58	52	48	39
CVAT/6 10000/630	Des.	62	68	74	79	81	71	64	52
	Asp.	65	66	66	78	82	70	63	61
	Rad.	56	59	58	62	64	49	46	44
CVAT/6 14000/630	Des.	62	69	75	79	87	72	66	58
	Asp.	69	70	73	81	85	73	67	60
	Rad.	61	64	63	66	68	53	50	44
CVAT/6 17000/710	Des.	65	73	76	81	92	76	70	64
	Asp.	69	72	75	88	89	76	70	64
	Rad.	60	65	65	67	71	55	52	47

TOTAL P.04

ANEXO IV. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN

1. Cálculo del índice del local

ÍNDICE DEL LOCAL (K)		
	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0,85) \cdot (a + b)}$
Altura de las luminarias		
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles	
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0,85)$	
	Óptimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0,85)$	
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0,85)$	$h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0,85)$

PLANTA BAJA						
ESPACIO	a (m)	b (m)	h' (m)	h (m)	d (m)	k
P01_E01	6	3,5	3,6	2,15	0,6	1,03
P01_E02	6	3,5	3,6	2,15	0,6	1,03
P01_E03	4,5	3	3,6	2,15	0,6	0,84
P01_E04	3,5	2	3,6	2,15	0,6	0,59
P01_E05	16,5	2	3,6	2,15	0,6	0,83
P01_E06	16,5	8,5	3,6	2,15	0,6	2,61
P01_E07	10	6,5	3,6	2,15	0,6	1,83
P01_E08	6	5	3,6	2,15	0,6	1,27
P01_E09	6	5	3,6	2,15	0,6	1,27
P01_E10	10	6	3,6	2,15	0,6	1,74
P01_E11	6,5	6	3,6	2,15	0,6	1,45
P01_E12	8,5	6	3,6	2,15	0,6	1,64
P01_E13	6	5	3,6	2,15	0,6	1,27
P01_E14	8	4,5	3,6	2,15	0,6	1,34
P01_E16	5	4	3,6	2,15	0,6	1,03
P01_E17	3,5	2	3,6	2,15	0,6	0,59
P01_E20	5	3	3,6	2,15	0,6	0,87
P01_E21	10	9	3,6	2,15	0,6	2,20

PLANTA ALTA						
P02_E01	10	6	3,6	2,15	0,6	1,74
P02_E02	6	5	3,6	2,15	0,6	1,27
P02_E03	3	2,5	3,6	2,15	0,6	0,63
P02_E04	6	5	3,6	2,15	0,6	1,27
P02_E05	6	5	3,6	2,15	0,6	1,27
P02_E06	6	5	3,6	2,15	0,6	1,27
P02_E07	6	5	3,6	2,15	0,6	1,27
P02_E08	6	5	3,6	2,15	0,6	1,27
P02_E09	6	3,5	3,6	2,15	0,6	1,03
P02_E10	6	4,5	3,6	2,15	0,6	1,20
P02_E11	11	10	3,6	2,15	0,6	2,44
P02_E12	5	3	3,6	2,15	0,6	0,87
P02_E13	5	3	3,6	2,15	0,6	0,87
P02_E14	5	4,5	3,6	2,15	0,6	1,10
P02_E16	4,5	3	3,6	2,15	0,6	0,84
P02_E18	4,5	2	3,6	2,15	0,6	0,64
P02_E19	5	4	3,6	2,15	0,6	1,03
P02_E22	5	3	3,6	2,15	0,6	0,87
P02_E23	6	5	3,6	2,15	0,6	1,27
P02_E24	17	10	3,6	2,15	0,6	2,93

CUBIERTA						
P03_E01	4	3	2,6	1,75	0	0,98
P03_E02	3	1,75	2,6	1,75	0	0,63
P03_E06	10	7,5	2,6	1,75	0	2,45
P03_E07	5	3	2,6	1,75	0	1,07

2. Cálculo del factor de reflexión

PLANTA BAJA					
ESPACIO	Factor reflexión Techo	Factor reflexión paredes	Factor reflexión suelo	Índice del local	Factor de utilización
P01_E01_Superv	0,7	0,5	0,3	1,03	0,38
P01_E02_Comunic	0,7	0,5	0,3	1,03	0,38
P01_E03_J.Turno	0,7	0,5	0,3	0,84	0,33
P01_E04_Entrada	0,7	0,5	0,3	0,59	0,27
P01_E05_Pasillo	0,7	0,5	0,3	0,83	0,33
P01_E06_S. Control	0,7	0,5	0,3	2,61	0,53
P01_E07_Sala DCS	0,7	0,5	0,3	1,83	0,5
P01_E08_G.Técnica	0,7	0,5	0,3	1,27	0,43
P01_E09_Jefe G.T.	0,7	0,5	0,3	1,27	0,43
P01_E10_Archivo	0,7	0,5	0,3	1,74	0,46
P01_E11_Comité	0,7	0,5	0,3	1,45	0,46
P01_E12_Formación	0,7	0,5	0,3	1,64	0,46
P01_E13_Vestuarios	0,7	0,5	0,3	1,27	0,43
P01_E14_Aseos H.	0,7	0,5	0,3	1,34	0,43
P01_E16_Aseos M.	0,7	0,5	0,3	1,03	0,38
P01_E17_Pasillo Aseos	0,7	0,5	0,3	0,59	0,27
P01_E20_Escaleras	0,7	0,5	0,3	0,87	0,35
P01_E21_Hall	0,7	0,5	0,3	2,20	0,5

PLANTA ALTA					
P02_E01_S. Reuniones	0,7	0,5	0,3	1,74	0,46
P02_E02_Jefe S. Qco.	0,7	0,5	0,3	1,27	0,43
P02_E03_Fotocop.	0,7	0,5	0,3	0,63	0,27
P02_E04_J.C.Reuniones	0,7	0,5	0,3	1,27	0,43
P02_E05_Jefe central	0,7	0,5	0,3	1,27	0,43
P02_E06_Jefe Oper.	0,7	0,5	0,3	1,27	0,43
P02_E07_Soporte Oper.	0,7	0,5	0,3	1,27	0,43
P02_E08_Cafetería	0,7	0,5	0,3	1,27	0,43
P02_E09_R. Mto.	0,7	0,5	0,3	1,03	0,38
P02_E10_Jefe Mto.	0,7	0,5	0,3	1,20	0,43
P02_E11_Mantenim.	0,7	0,5	0,3	2,44	0,53
P02_E12_Ing. Siemens	0,7	0,5	0,3	0,87	0,33
P02_E13_Ing. Resid.	0,7	0,5	0,3	0,87	0,33
P02_E14_Aseos H.	0,7	0,5	0,3	1,10	0,43
P02_E16_Archivo	0,7	0,5	0,3	0,84	0,33
P02_E18_Pasillo Aseos	0,7	0,5	0,3	0,64	0,27
P02_E19_Aseos M.	0,7	0,5	0,3	1,03	0,38
P02_E22_Escaleras	0,7	0,5	0,3	0,87	0,35
P02_E23_Jefe Admon.	0,7	0,5	0,3	1,27	0,43
P02_E24_Administ.	0,7	0,5	0,3	2,93	0,55

CUBIERTA					
P03_E01_Escaleras	0,7	0,5	0,3	0,98	0,43
P03_E02_Entrada	0,7	0,5	0,3	0,63	0,27
P03_E06_S. Máquinas	0,5	0,3	0,3	2,45	0,67
P03_E07_Pasillo salida	0,7	0,5	0,3	1,07	0,43

3. Cálculo de la iluminancia media mantenida

PLANTA BAJA										
Espacios	Denominación	Tipo	N	n	Φ_L (lm)	S(m ²)	F _u	F _m	E _m	E _m (tablas)
P01_E01	Supervivencia	2x36	2	2	2350	21,00	0,38	0,8	136,08	200
P01_E02	Comunicaciones	2x36	2	2	2350	21,00	0,38	0,8	136,08	400
P01_E03	Jefe de Turno	4x36	1	4	2350	13,50	0,33	0,8	183,82	500
P01_E04	Entrada S.C.	4x36	1	4	2350	7,00	0,27	0,8	290,06	200
P01_E05	Pasillo	4x36	4	4	2350	33,00	0,33	0,8	300,80	150
P01_E06	Sala de Control	4x36	10	4	2350	140,25	0,53	0,8	284,18	400
P01_E07	Sala DCS	4x36	4	4	2350	65,00	0,5	0,8	231,38	400
P01_E08	Gestión Técnica	4x18	2	4	1050	30,00	0,43	0,8	311,89	500
		2x36	4	2	2350					
P01_E09	Jefe de GT	2x36	2	2	2350	30,00	0,43	0,8	107,79	500
P01_E10	Archivo	2x36	4	2	2350	60,00	0,46	0,8	269,87	200
		4x18	6	4	1050					
P01_E11	Comité Empresa	2x36	2	2	2350	39,00	0,46	0,8	326,48	300
		4x18	6	4	1050					
P01_E12	Formación	2x36	4	2	2350	51,00	0,46	0,8	135,65	200
P01_E13	Vestuarios	2x58	2	2	3750	30,00	0,43	0,8	172,00	200
P01_E14	Aseos Hombres	2x58	3	2	3750	36,00	0,43	0,8	215,00	150
P01_E16	Aseos Mujeres	2x58	1	2	3750	20,00	0,38	0,8	114,00	150
P01_E17	Pasillo Aseos	2x36	1	2	2350	7,00	0,27	0,8	145,03	150
P01_E20	Escaleras	2x36	1	2	2350	15,00	0,35	0,8	87,73	150
P01_E21	Hall	2x36	9	2	2350	90,00	0,5	0,8	188,00	300

PLANTA ALTA										
P02_E01	Sala Reuniones	2x36	6	2	2350	60,00	0,46	0,8	172,96	500
P02_E02	Jefe Serv. Qco	2x36	3	2	2350	30,00	0,43	0,8	161,68	500
P02_E03	Fotocopiadoras	2x36	1	2	2350	7,50	0,27	0,8	135,36	300
P02_E04	J.C. Reuniones	2x36	4	2	2350	30,00	0,43	0,8	215,57	300
P02_E05	Jefe Central	2x36	2	2	2350	30,00	0,43	0,8	107,79	500
P02_E06	Jefe Operación	2x36	4	2	2350	30,00	0,43	0,8	215,57	500
P02_E07	Soporte	2x36	4	2	2350	30,00	0,43	0,8	215,57	500
P02_E08	Cafetería	2x36	4	2	2350	30,00	0,43	0,8	215,57	200
P02_E09	Reuniones Mto.	2x36	2	2	2350	21,00	0,38	0,8	136,08	500
P02_E10	Jefe Mto.	2x36	2	2	2350	27,00	0,43	0,8	119,76	500
		2x36	12	2	2350					
P02_E11	Mantenimiento	4x18	3	4	1050	110,00	0,53	0,8	265,96	500
		2x36	2	2	2350					
P02_E12	Ing. Siemens	2x36	2	2	2350	15,00	0,33	0,8	165,44	500
P02_E13	Ing. Residente	2x36	2	2	2350	15,00	0,33	0,8	165,44	500
P02_E14	Aseos Hombres	2x58	4	2	3750	22,50	0,43	0,8	458,67	150
P02_E16	Archivo	2x58	1	2	3750	13,50	0,33	0,8	146,67	100
P02_E18	Pasillo Aseos	2x58	1	2	3750	9,00	0,27	0,8	180,00	150
P02_E19	Aseos Mujeres	2x58	2	2	3750	20,00	0,38	0,8	228,00	150
P02_E22	Escaleras	2x36	1	2	2350	15,00	0,35	0,8	87,73	150
P02_E23	Jefe Admon.	2x36	3	2	2350	30,00	0,43	0,8	161,68	500
P02_E24	Administrativos	4x18	6	4	1050	170,00	0,55	0,8	223,36	500
		2x36	13	2	2350					

CUBIERTA										
P03_E01	Escaleras	2x36	1	2	2350	12,00	0,43	0,8	134,73	150
P03_E02	Entrada	2x36	1	2	2350	5,25	0,27	0,8	193,37	200
P03_E06	Sala Máquinas	2x58	5	2	3750	75,00	0,67	0,8	268,00	400
P03_E07	Pasillo salida	2x58	1	2	3750	15,00	0,43	0,8	172,00	150

Iluminancias recomendadas en edificios de oficinas:

Tipo dependencia o actividad	Iluminancia media Horizontal (lux)	Clase de calidad al deslumbramiento	Indice de reproducción cromática (Ra)
Cartografía	700	B	70-85
Dibujo técnico	700	B	80-90
Sala de ordenadores	400	B	70-85
Secretaría	500	B	70-85
Compras- ventas	500	B	70-85
Administración	500	B	70-85
Contabilidad	500	B	70-85
Publicidad	500	B	70-85
Facturación	500	B	70-85
Oficina personal	500	B	70-85
Servicios jurídicos y financieros	500	B	70-85
Cálculo	500	B	70-85
Organización	500	B	70-85
Despachos de gerencia y dirección:	500	B	70-85
Sala de conferencias	300	C	70-85
Recepción	300	C	70-85
Despachos atención al público	300	C	70-85
Laboratorios	500	B	70-85
Talleres	500	B	70-85
Cámaras acorazadas	400	C	70-85
Archivo	200	C	70
Centralita	300	C	70
Correos	300	C	70
Cocina	300	C	70-85
Locales auxiliares	150	C	70
Áreas de servicio	150	C	70
Recepción / expedición	150	C	70
Sala de exposiciones	200	-	90
Sala de demostraciones	100 - 1000	-	90
Sala de conferencias	300	C	70-85
Sala de visitas	300	C	70-85
Sala de descanso	200	C	70-85
Cafetería/comedor	200	C	70-85
Vestíbulos	200	C	70-85
Pasillos	150	C	70-85
Aseos	150	D	70-85
Almacenes	100	D	70

4. Cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

PLANTA BAJA									
Espacios	Nombre	Em (lux)	P ₀ (W)	n	N	S (m ²)	P _T (W)	VEEI	VEEI _{límite}
P01_E01	Supervivencia	136,08	45	2	2	21	144	5,04	5,00
P01_E02	Comunicaciones	136,08	45	2	2	21	144	5,04	5,00
P01_E03	Jefe de Turno	183,82	45	4	1	13,5	144	5,80	3,50
P01_E04	Entrada S.C.	290,06	45	4	1	7	144	7,09	4,50
P01_E05	Pasillo	300,80	45	4	4	33	576	5,80	4,50
P01_E06	Sala de Control	284,18	45	4	10	140,25	1440	3,61	3,50
P01_E07	Sala DCS	231,38	45	4	4	65	576	3,83	5,00
P01_E08	Gestión Técnica	311,89	45	2	4	30	288	3,08	3,50
P01_E09	Jefe de GT	107,79	45	2	2	30	144	4,45	3,50
P01_E10	Archivo	269,87	45	2	4	60	720	4,45	5,00
			28	4	6				
P01_E11	Comité Empresa	326,48	45	2	2	39	576	4,52	3,50
			28	4	6				
P01_E12	Formación	135,65	45	2	4	51	288	4,16	3,50
P01_E13	Vestuarios	172,00	70	2	2	30	232	4,50	4,50
P01_E14	Aseos Hombres	215,00	70	2	3	36	348	4,50	4,50
P01_E16	Aseos Mujeres	114,00	70	2	1	20	116	5,09	4,50
P01_E17	Pasillo Aseos	145,03	45	2	1	7	72	7,09	4,50
P01_E20	Escaleras	87,73	45	2	1	15	72	5,47	4,50
P01_E21	Hall	188,00	45	2	9	90	648	3,83	4,50

PLANTA ALTA									
P02_E01	Sala Reuniones	172,96	45	2	6	60	432	4,16	3,50
P02_E02	Jefe Serv. Qco	161,68	45	2	3	30	216	4,45	3,50
P02_E03	Fotocopiadoras	135,36	45	2	1	7,5	72	7,09	5,00
P02_E04	J.C. Reuniones	215,57	45	2	4	30	288	4,45	3,50
P02_E05	Jefe Central	107,79	45	2	2	30	144	4,45	3,50
P02_E06	Jefe Operación	215,57	45	2	4	30	288	4,45	3,50
P02_E07	Soporte	215,57	45	2	4	30	288	4,45	3,50
P02_E08	Cafetería	215,57	45	2	4	30	288	4,45	5,00
P02_E09	Reuniones Mto.	136,08	45	2	2	21	144	5,04	3,50
P02_E10	Jefe Mto.	119,76	45	2	2	27	144	4,45	3,50
P02_E11	Mantenimiento	265,96	45	2	12	110	1080	3,69	3,50
			28	4	3				
P02_E12	Ing. Siemens	165,44	45	2	2	15	144	5,80	3,50
P02_E13	Ing. Residente	165,44	45	2	2	15	144	5,80	3,50
P02_E14	Aseos Hombres	458,67	70	2	4	22,5	464	4,50	4,50
P02_E16	Archivo	146,67	70	2	1	13,5	116	5,86	5,00
P02_E18	Pasillo Aseos	180,00	70	2	1	9	116	7,16	4,50
P02_E19	Aseos Mujeres	228,00	70	2	2	20	232	5,09	4,50
P02_E22	Escaleras	87,73	45	2	1	15	72	5,47	4,50
P02_E23	Jefe Admon.	161,68	45	2	3	30	216	4,45	3,50
P02_E24	Administrativos	223,36	45	2	13	170	936	2,46	3,50

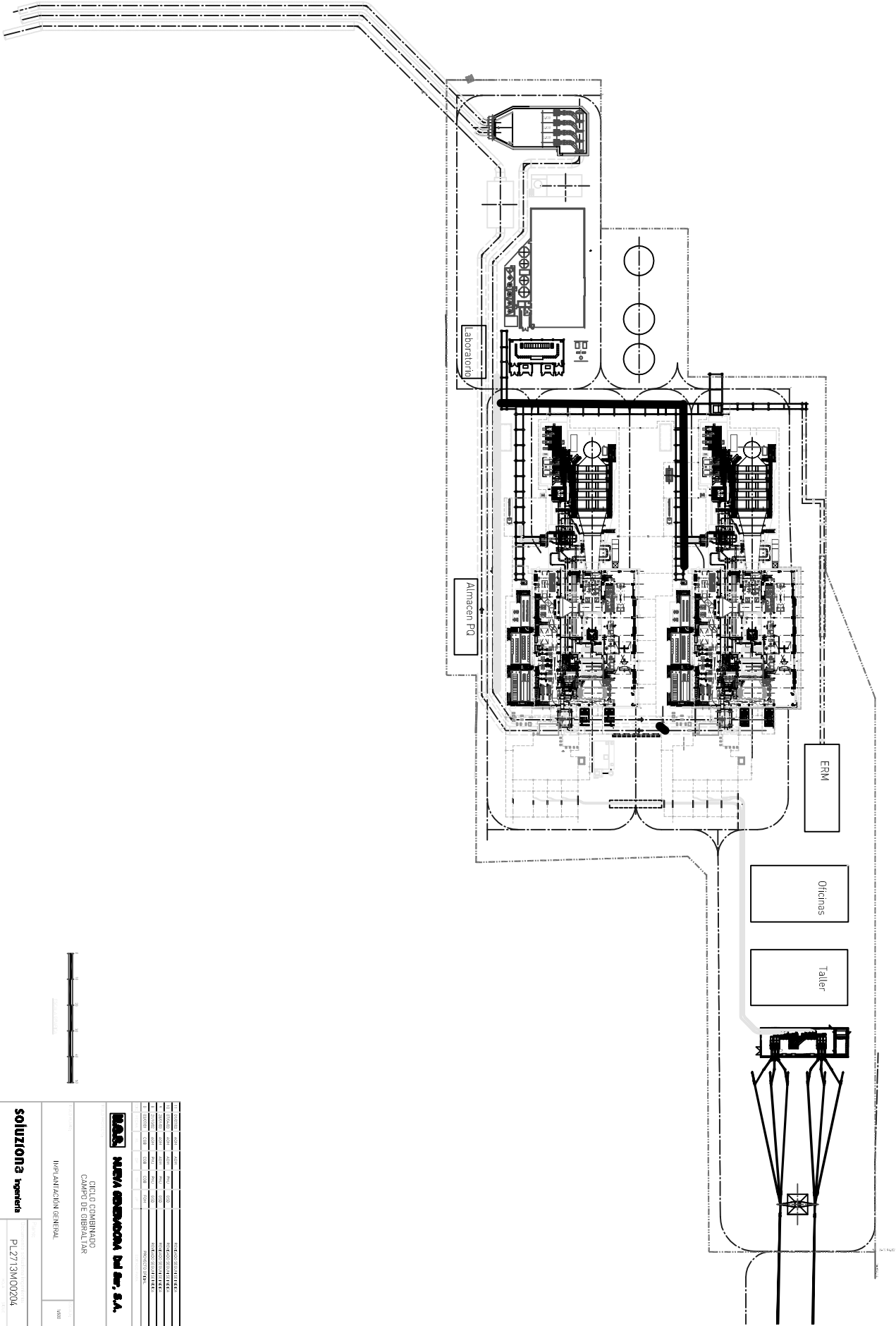
CUBIERTA									
P03_E01	Escaleras	134,73	45	2	1	12,00	72	4,45	4,50
P03_E02	Entrada	193,37	45	2	1	5,25	72	7,09	4,50
P03_E06	Sala Máquinas	268,00	70	2	5	75,00	580	2,89	5,00
P03_E07	Pasillo salida	172,00	70	2	1	15,00	116	4,50	4,50

5. Parámetros de iluminación para la medida de sustitución de luminarias

PLANTA BAJA														
Espacios	Denominación	Tipo	N	n	Φ_L (lm)	$S(m^2)$	F_u	F_m	E_m	E_m (tablas)	$P_0(W)$	$P_T(W)$	VEEI	VEEI _{límite}
P01_E01	Supervivencia	2x32	2	2	3000	21,00	0,38	0,8	173,71	200	36	128	3,51	5,00
P01_E02	Comunicaciones	2x32	2	2	3000	21,00	0,38	0,8	173,71	400	36	128	3,51	5,00
P01_E03	Jefe de Turno	4x32	1	4	3000	13,50	0,33	0,8	234,67	500	36	128	4,04	3,50
P01_E04	Entrada S.C.	4x32	1	4	3000	7,00	0,27	0,8	370,29	200	36	128	4,94	4,50
P01_E05	Pasillo	4x32	4	4	3000	33,00	0,33	0,8	384,00	150	36	512	4,04	4,50
P01_E06	Sala de Control	4x32	10	4	3000	140,25	0,53	0,8	362,78	400	36	1280	2,52	3,50
P01_E07	Sala DCS	4x32	4	4	3000	65,00	0,5	0,8	295,38	400	36	512	2,67	5,00
P01_E08	Gestión Técnica	4x16	2	4	1300	30,00	0,43	0,8	394,45	500	19	384	3,24	3,50
		2x32	4	2	3000						36			
P01_E09	Jefe de GT	2x32	2	2	3000	30,00	0,43	0,8	137,60	500	36	128	3,10	3,50
P01_E10	Archivo	2x32	4	2	3000	60,00	0,46	0,8	338,56	200	36	640	3,15	5,00
		4x16	6	4	1300						19			
P01_E11	Comité Empresa	2x32	2	2	3000	39,00	0,46	0,8	407,63	300	36	512	3,22	3,50
		4x16	6	4	1300						19			
P01_E12	Formación	2x32	4	2	3000	51,00	0,46	0,8	173,18	200	36	256	2,90	3,50
P01_E13	Vestuarios	2x51	2	2	4800	30,00	0,43	0,8	220,16	200	55	204	3,09	4,50
P01_E14	Aseos Hombres	2x51	3	2	4800	36,00	0,43	0,8	275,20	150	55	306	3,09	4,50
P01_E16	Aseos Mujeres	2x51	1	2	4800	20,00	0,38	0,8	145,92	150	55	102	3,50	4,50
P01_E17	Pasillo Aseos	2x32	1	2	3000	7,00	0,27	0,8	185,14	150	36	64	4,94	4,50
P01_E20	Escaleras	2x32	1	2	3000	15,00	0,35	0,8	112,00	150	36	64	3,81	4,50
P01_E21	Hall	2x32	9	2	3000	90,00	0,5	0,8	240,00	300	36	576	2,67	4,50

PLANTA ALTA														
P02_E01	Sala Reuniones	2x32	6	2	3000	60,00	0,46	0,8	220,80	500	36	384	2,90	3,50
P02_E02	Jefe Serv. Qco	2x32	3	2	3000	30,00	0,43	0,8	206,40	500	36	192	3,10	3,50
P02_E03	Fotocopiadoras	2x32	1	2	3000	7,50	0,27	0,8	172,80	300	36	64	4,94	5,00
P02_E04	J.C. Reuniones	2x32	4	2	3000	30,00	0,43	0,8	275,20	300	36	256	3,10	3,50
P02_E05	Jefe Central	2x32	2	2	3000	30,00	0,43	0,8	137,60	500	36	128	3,10	3,50
P02_E06	Jefe Operación	2x32	4	2	3000	30,00	0,43	0,8	275,20	500	36	256	3,10	3,50
P02_E07	Soporte	2x32	4	2	3000	30,00	0,43	0,8	275,20	500	36	256	3,10	3,50
P02_E08	Cafetería	2x32	4	2	3000	30,00	0,43	0,8	275,20	200	36	256	3,10	5,00
P02_E09	Reuniones Mto.	2x32	2	2	3000	21,00	0,38	0,8	173,71	500	36	128	3,51	3,50
P02_E10	Jefe Mto.	2x32	2	2	3000	27,00	0,43	0,8	152,89	500	36	128	3,10	3,50
P02_E11	Mantenimiento	2x32	12	2	3000	110,00	0,53	0,8	337,66	500	36	960	2,58	3,50
		4x16	3	4	1300						19			
P02_E12	Ing. Siemens	2x32	2	2	3000	15,00	0,33	0,8	211,20	500	36	128	4,04	3,50
P02_E13	Ing. Residente	2x32	2	2	3000	15,00	0,33	0,8	211,20	500	36	128	4,04	3,50
P02_E14	Aseos Hombres	2x51	4	2	4800	22,50	0,43	0,8	587,09	150	55	408	3,09	4,50
P02_E16	Archivo	2x51	1	2	4800	13,50	0,33	0,8	187,73	100	55	102	4,02	5,00
P02_E18	Pasillo Aseos	2x51	1	2	4800	9,00	0,27	0,8	230,40	150	55	102	4,92	4,50
P02_E19	Aseos Mujeres	2x51	2	2	4800	20,00	0,38	0,8	291,84	150	55	204	3,50	4,50
P02_E22	Escaleras	2x32	1	2	3000	15,00	0,35	0,8	112,00	150	36	64	3,81	4,50
P02_E23	Jefe Admon.	2x32	3	2	3000	30,00	0,43	0,8	206,40	500	36	192	3,10	3,50
P02_E24	Administrativos	4x16	6	4	1300	170,00	0,55	0,8	282,64	500	19	1216	2,53	3,50
		2x32	13	2	3000						36			

CUBIERTA														
P03_E01	Escaleras	2x32	1	2	3000	12,00	0,43	0,8	172,00	150	36	64	3,10	4,50
P03_E02	Entrada	2x32	1	2	3000	5,25	0,27	0,8	246,86	200	36	64	4,94	4,50
P03_E06	Sala Máquinas	2x51	5	2	4800	75,00	0,67	0,8	343,04	400	55	510	1,98	5,00
P03_E07	Pasillo salida	2x51	1	2	4800	15,00	0,43	0,8	220,16	150	55	102	3,09	4,50



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

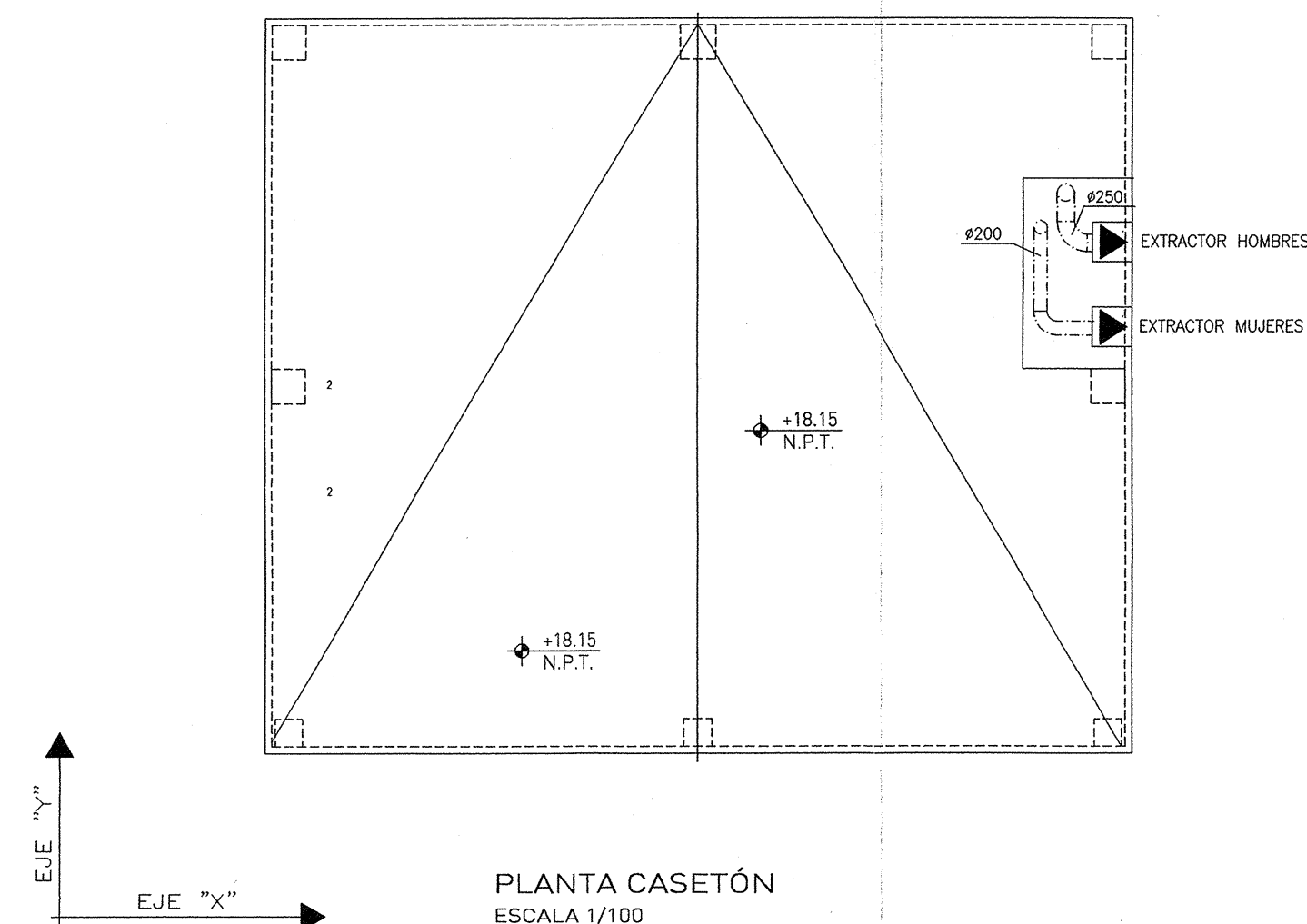
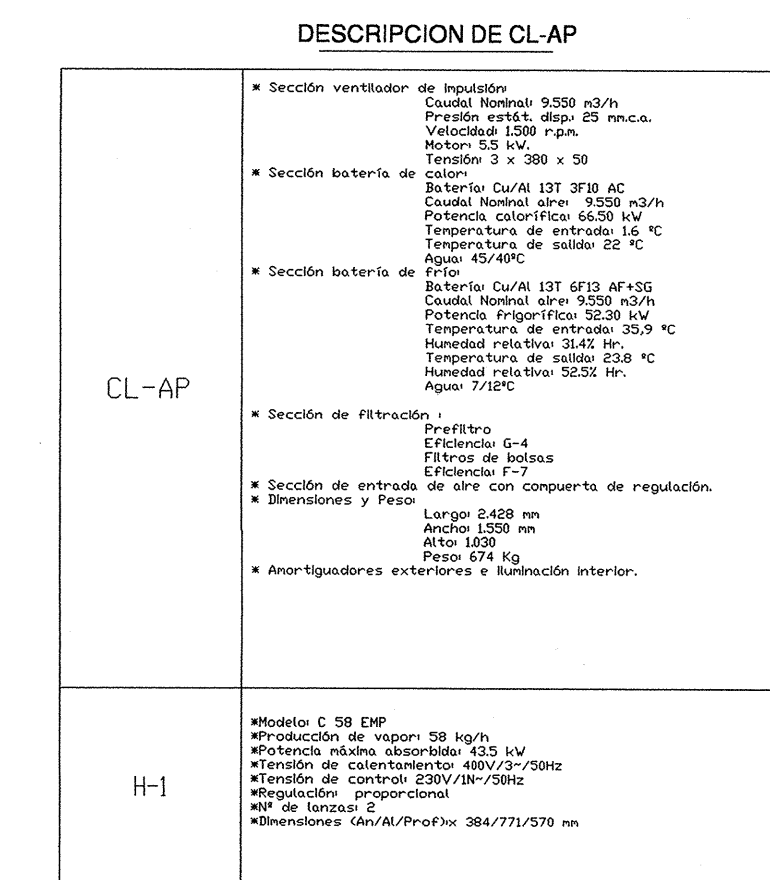
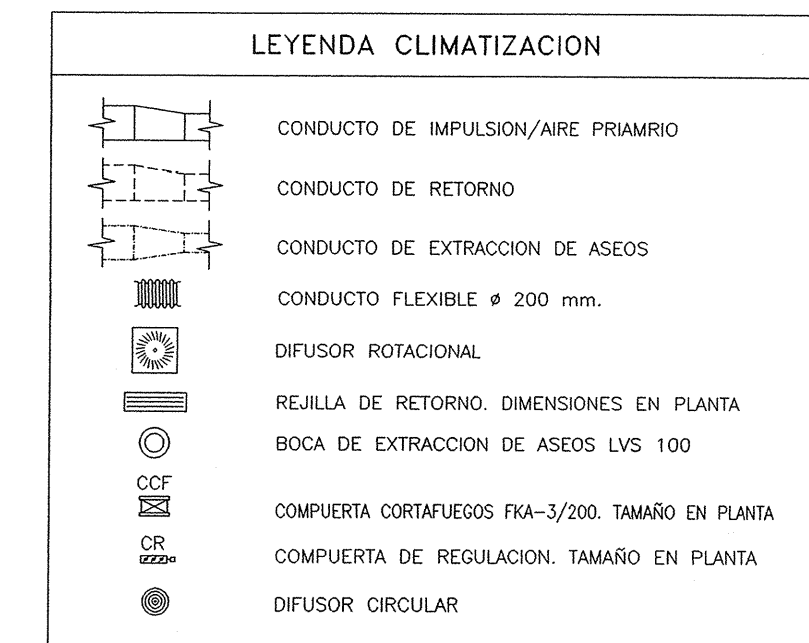
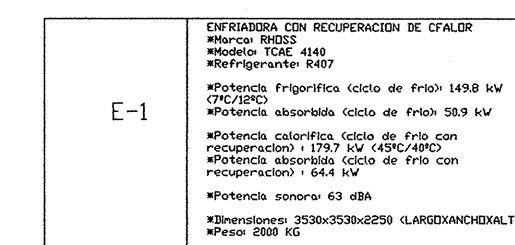
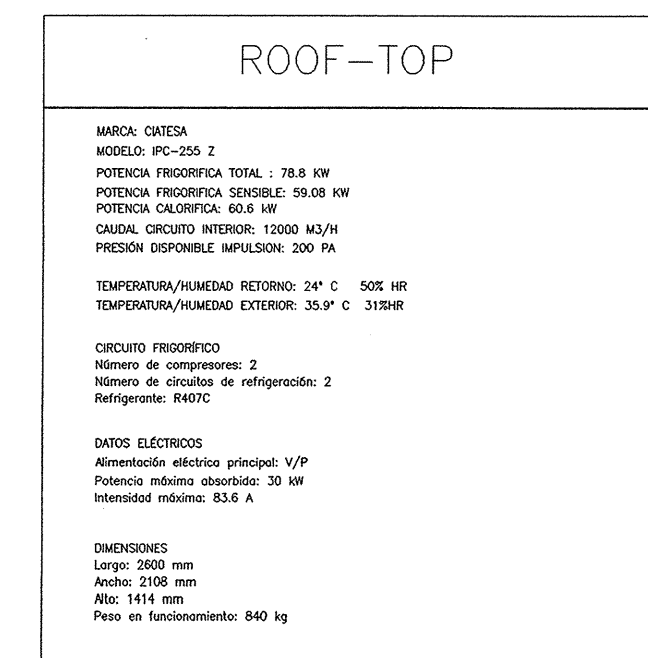
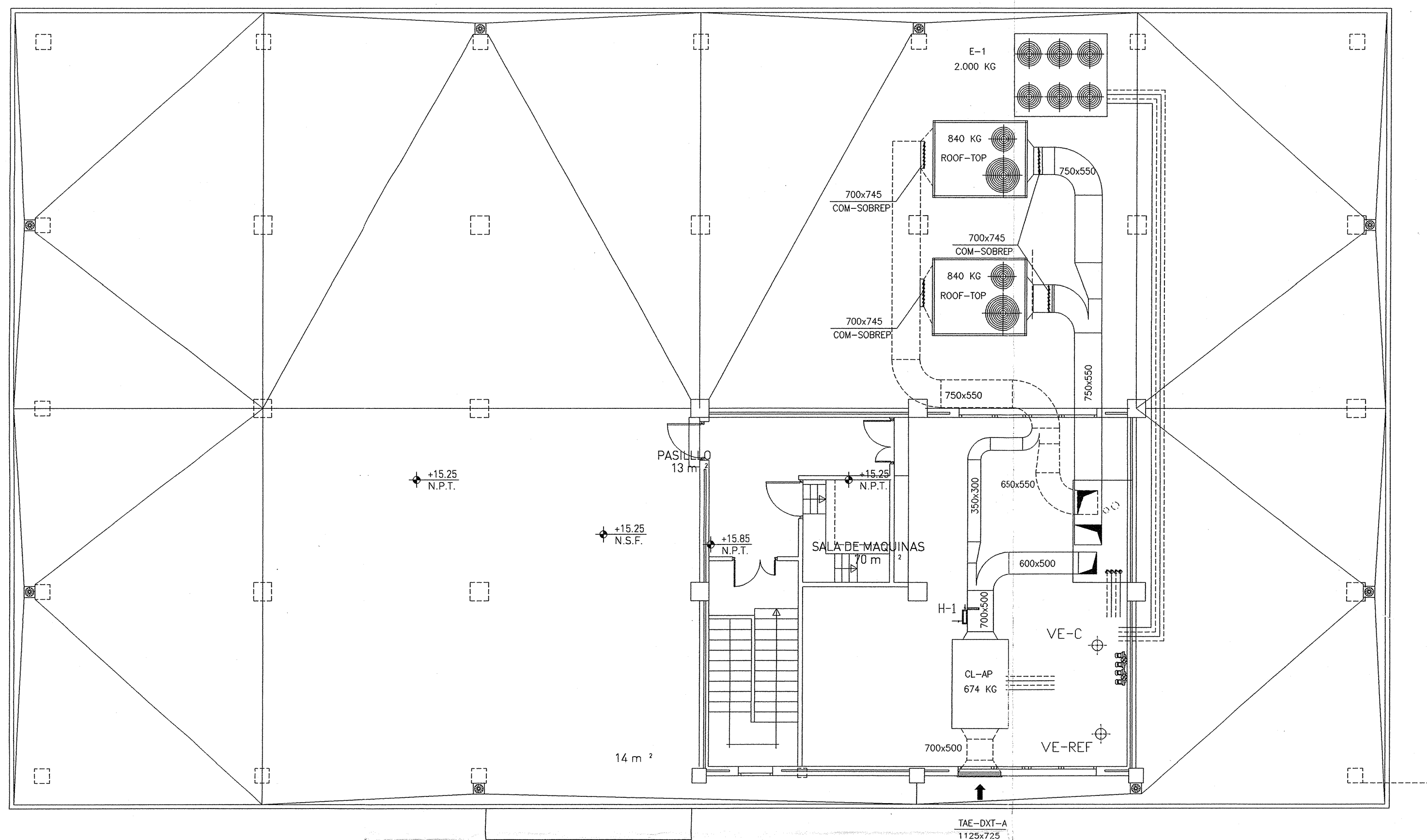
MAA **MARIA GONZALEZ** **SA DE CV. S.A.**

GRUPO EMPRESARIAL
CAMPO DE GIBRALTA

INSTALACION GENERAL

soluções **ingeniería**

PL2713MO0204



DESCRIPCION DE EQUIPOS PRINCIPALES "CALOR"		DESCRIPCION DE EQUIPOS PRINCIPALES "FRIO"	
B-FRIG	<ul style="list-style-type: none"> Modelo: RC-250 Z Potencia frigorífica total: 78.8 kW Potencia frigorífica suministrada: 58.08 kW Potencia calorífica: 60.6 kW Caudal de circulación de refrigerante: 1200 kg/h Presión operativa de refrigerante: 200 psi Temperatura/humedad de retorno: 24° C 50% HR Temperatura/humedad exterior: 35.9° C 31% HR Circuito frigorífico: Número de compresores: 2 Número de circuitos de refrigeración: 2 Refrigerante: R407C Datos eléctricos: Alimentación eléctrica principal: V/F Potencia mínima absorbida: 30 kW Intensidad máxima: 83.6 A Dimensiones: Largo: 2800 mm Ancho: 2100 mm Alt.: 1414 mm Peso en funcionamiento: 840 kg 	B-CALOR	<ul style="list-style-type: none"> Modelo: RC-250 Z Potencia frigorífica total: 78.8 kW Potencia frigorífica suministrada: 58.08 kW Potencia calorífica: 60.6 kW Caudal de circulación de refrigerante: 1200 kg/h Presión operativa de refrigerante: 200 psi Temperatura/humedad de retorno: 24° C 50% HR Temperatura/humedad exterior: 35.9° C 31% HR Circuito frigorífico: Número de compresores: 2 Número de circuitos de refrigeración: 2 Refrigerante: R407C Datos eléctricos: Alimentación eléctrica principal: V/F Potencia mínima absorbida: 30 kW Intensidad máxima: 83.6 A Dimensiones: Largo: 2800 mm Ancho: 2100 mm Alt.: 1414 mm Peso en funcionamiento: 840 kg
VE-C	<ul style="list-style-type: none"> Modelo: RC-250 Z Potencia frigorífica total: 78.8 kW Potencia frigorífica suministrada: 58.08 kW Potencia calorífica: 60.6 kW Caudal de circulación de refrigerante: 1200 kg/h Presión operativa de refrigerante: 200 psi Temperatura/humedad de retorno: 24° C 50% HR Temperatura/humedad exterior: 35.9° C 31% HR Circuito frigorífico: Número de compresores: 2 Número de circuitos de refrigeración: 2 Refrigerante: R407C Datos eléctricos: Alimentación eléctrica principal: V/F Potencia mínima absorbida: 30 kW Intensidad máxima: 83.6 A Dimensiones: Largo: 2800 mm Ancho: 2100 mm Alt.: 1414 mm Peso en funcionamiento: 840 kg 	VE-REF	<ul style="list-style-type: none"> Modelo: RC-250 Z Potencia frigorífica total: 78.8 kW Potencia frigorífica suministrada: 58.08 kW Potencia calorífica: 60.6 kW Caudal de circulación de refrigerante: 1200 kg/h Presión operativa de refrigerante: 200 psi Temperatura/humedad de retorno: 24° C 50% HR Temperatura/humedad exterior: 35.9° C 31% HR Circuito frigorífico: Número de compresores: 2 Número de circuitos de refrigeración: 2 Refrigerante: R407C Datos eléctricos: Alimentación eléctrica principal: V/F Potencia mínima absorbida: 30 kW Intensidad máxima: 83.6 A Dimensiones: Largo: 2800 mm Ancho: 2100 mm Alt.: 1414 mm Peso en funcionamiento: 840 kg

EXTRACTO HOMBRES		EXTRACTO MUJERES	
Modelo: RC-250 Z	Potencia frigorífica total: 78.8 kW	Modelo: RC-250 Z	Potencia frigorífica total: 78.8 kW
Potencia frigorífica suministrada: 58.08 kW	Potencia calorífica: 60.6 kW	Potencia frigorífica suministrada: 58.08 kW	Potencia calorífica: 60.6 kW
Caudal de circulación de refrigerante: 1200 kg/h	Presión operativa de refrigerante: 200 psi	Caudal de circulación de refrigerante: 1200 kg/h	Presión operativa de refrigerante: 200 psi
Temperatura/humedad de retorno: 24° C 50% HR	Temperatura/humedad exterior: 35.9° C 31% HR	Temperatura/humedad de retorno: 24° C 50% HR	Temperatura/humedad exterior: 35.9° C 31% HR
Circuito frigorífico:	Número de compresores: 2	Circuito frigorífico:	Número de compresores: 2
Número de circuitos de refrigeración: 2	Refrigerante: R407C	Número de circuitos de refrigeración: 2	Refrigerante: R407C
Datos eléctricos:	Alimentación eléctrica principal: V/F	Datos eléctricos:	Alimentación eléctrica principal: V/F
Potencia mínima absorbida: 30 kW	Intensidad máxima: 83.6 A	Potencia mínima absorbida: 30 kW	Intensidad máxima: 83.6 A
Dimensiones:	Largo: 2800 mm	Dimensiones:	Largo: 2800 mm
	Ancho: 2100 mm		Ancho: 2100 mm
	Alt.: 1414 mm		Alt.: 1414 mm
	Peso en funcionamiento: 840 kg		Peso en funcionamiento: 840 kg

Edic.	Fecha	Descripción	Dibujado	Comprobado	G.C.	Dirección Proyecto
3	18-06-03	AS-BUILT				
2	28-11-02	HUECO DE ASCENSOR				
1	25-10-02	PILAR APOYO ESCALERA Y HUECO		R.R.L.		J.G.M.
0	14-10-02	PARA CONSTRUCCION		R.R.L.		J.G.M.

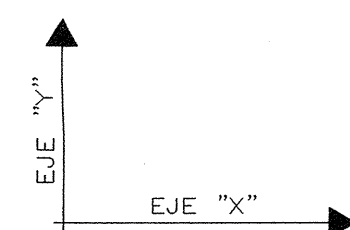
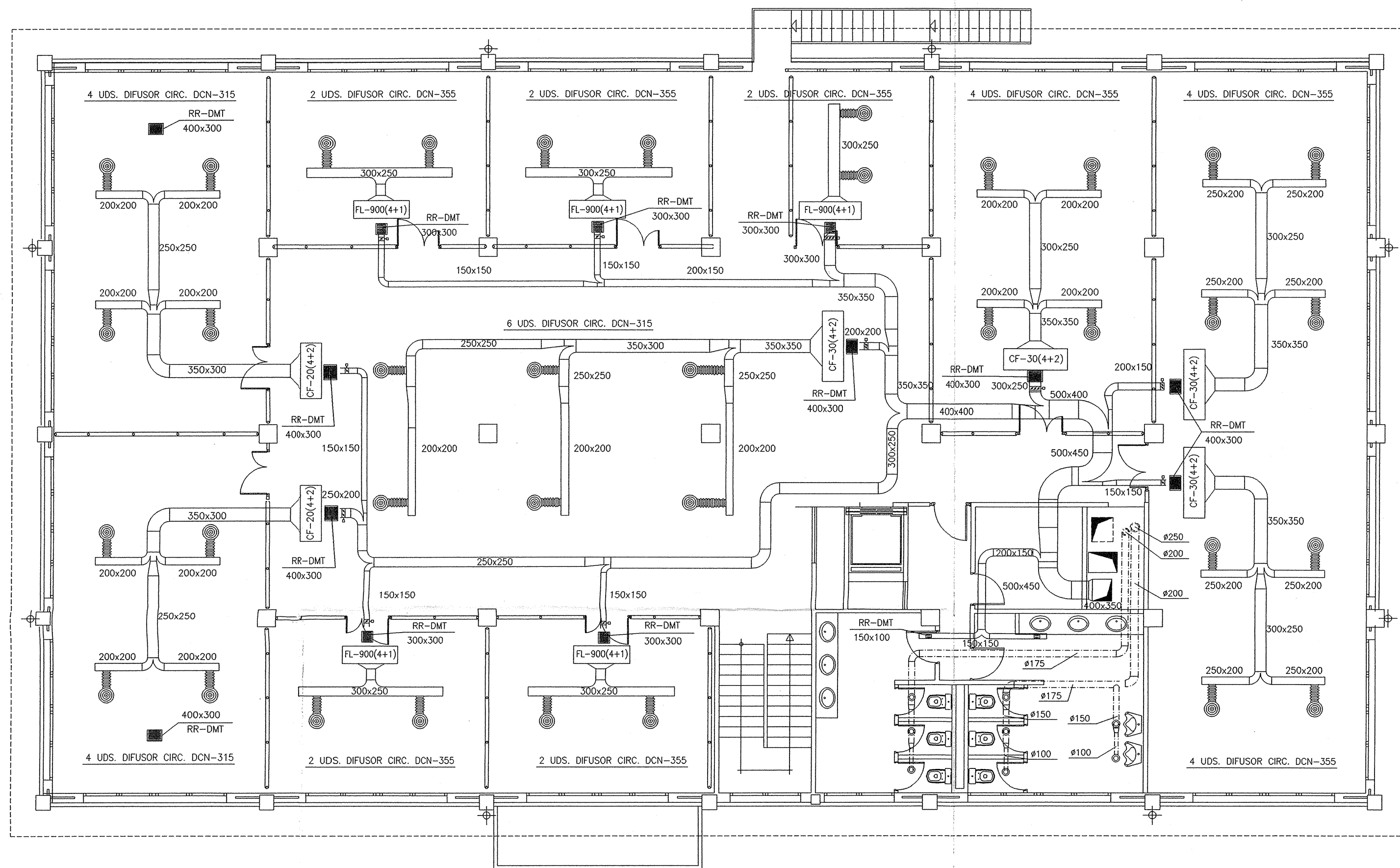
N. G. S. NUEVA GENERADORA Del Sur, S.A.

Proyecto: C.T.C.C. CAMPO DE GIBRALTAR EDIFICIO OFICINAS Y CONTROL

Título: INSTALACION DE CLIMATIZACION PLANTA CUBIERTA Y CASETÓN

Plano N°: GIBO S A C - M R C Y M 0 0 4 Escala: 1/100 Edición: 3

UTE SAN ROQUE **INITEC** Proyecto N° 2014/10

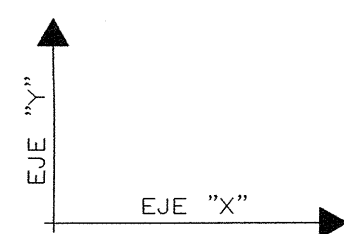
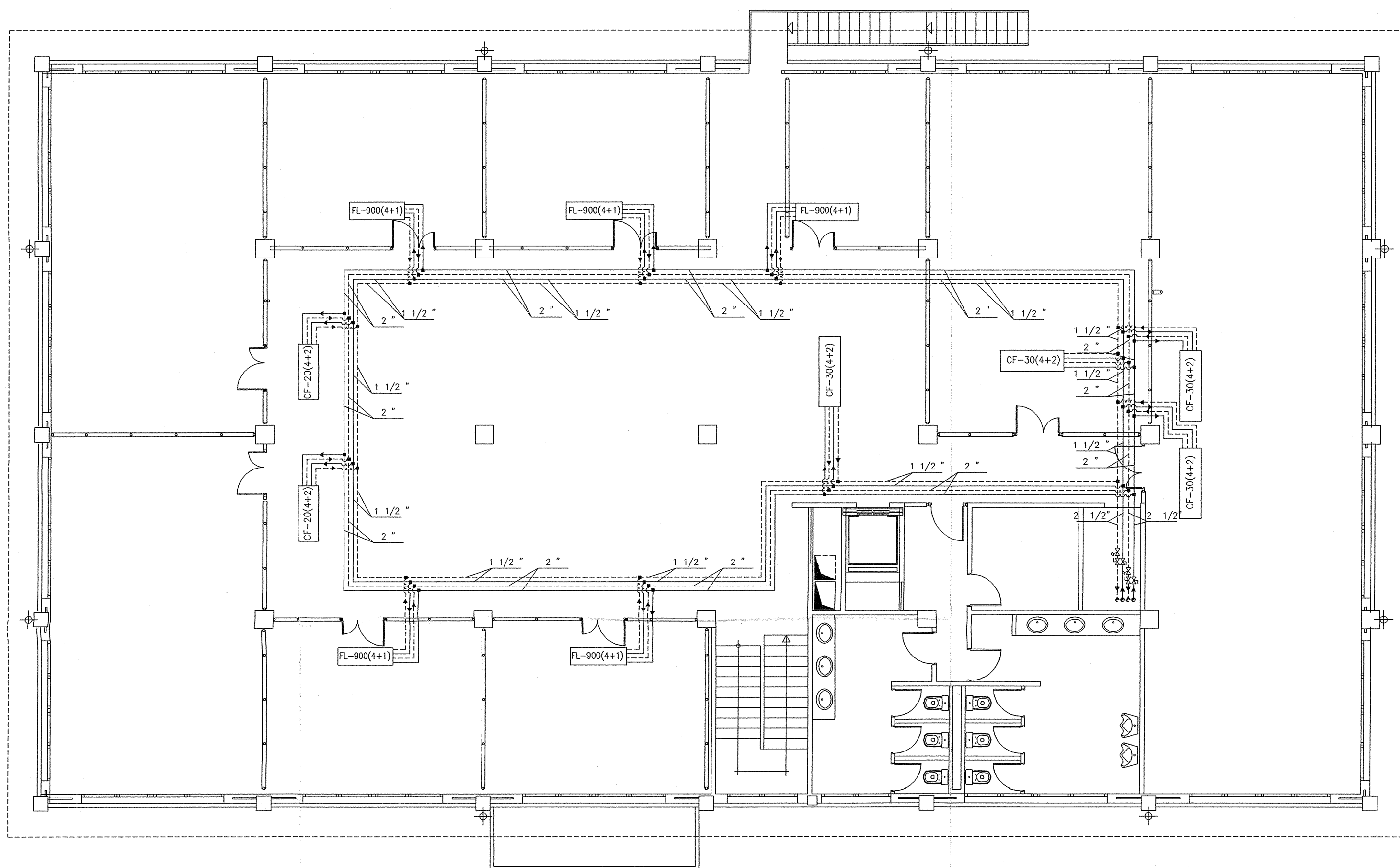


PLANTA ALTA
ESCALA 1/100

LEYENDA CLIMATIZACION	
	CONDUCTO DE IMPULSION/AIRE PRIMARIO
	CONDUCTO DE RETORNO
	CONDUCTO DE EXTRACCION DE ASESOS
	CONDUCTO FLEXIBLE Ø 200 mm.
	DIFUSOR ROTACIONAL
	REJILLA DE RETORNO. DIMENSIONES EN PLANTA
	BOCA DE EXTRACCION DE ASESOS LVS 100
	COMPUERTA CORTAFUEGOS FKA-3/200. TAMAÑO EN PLANTA
	COMPUERTA DE REGULACION. TAMAÑO EN PLANTA
	DIFUSOR CIRCULAR

CICLOS COMBINADOS	
Centro de Gestión Documental C.C. NGS-MADRID	
17928	27/01/2004
3	30-SA-PLN-UTS/7614

3	18-06-03	AS-BUILT				
2	28-11-02	HUECO DE ASCENSOR				
1	25-10-02	PILAR APOYO ESCALERA		R.R.L.		J.G.M.
0	14-10-02	PARA CONSTRUCCION		R.R.L.		J.G.M.
Edic.	Fecha	Descripción	Dibujado	Comprobado	G.C.	Dirección Proyecto
N. G. S. NUEVA GENERADORA Del Sur, S.A.						
Proyecto: C.T.C.C. CAMPO DE GIBRALTAR EDIFICIO OFICINAS Y CONTROL						
Título : INSTALACION DE CONDUCTOS CLIMATIZACION PLANTA ALTA						
Plano N°			Escala:		Edición	
GIB0SAC-MR CYM 005			1/100		3	
UTE SAN ROQUE			INITEC		Proyecto N°	
					2014/10	



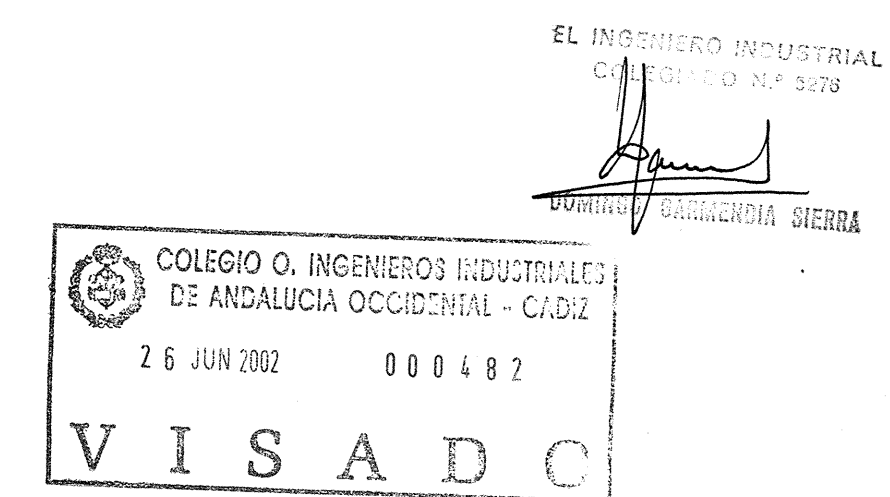
PLANTA ALTA
ESCALA 1/100

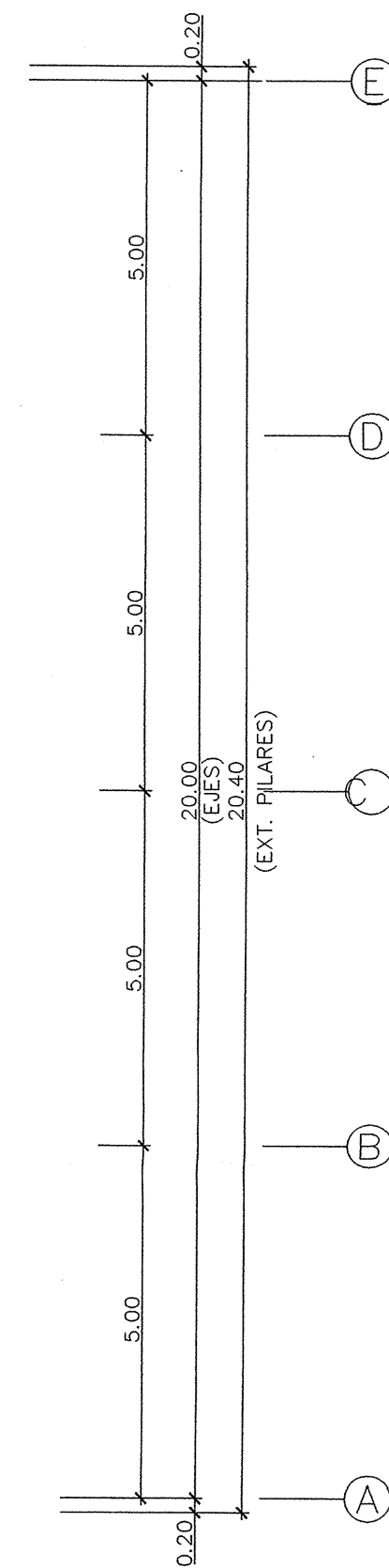
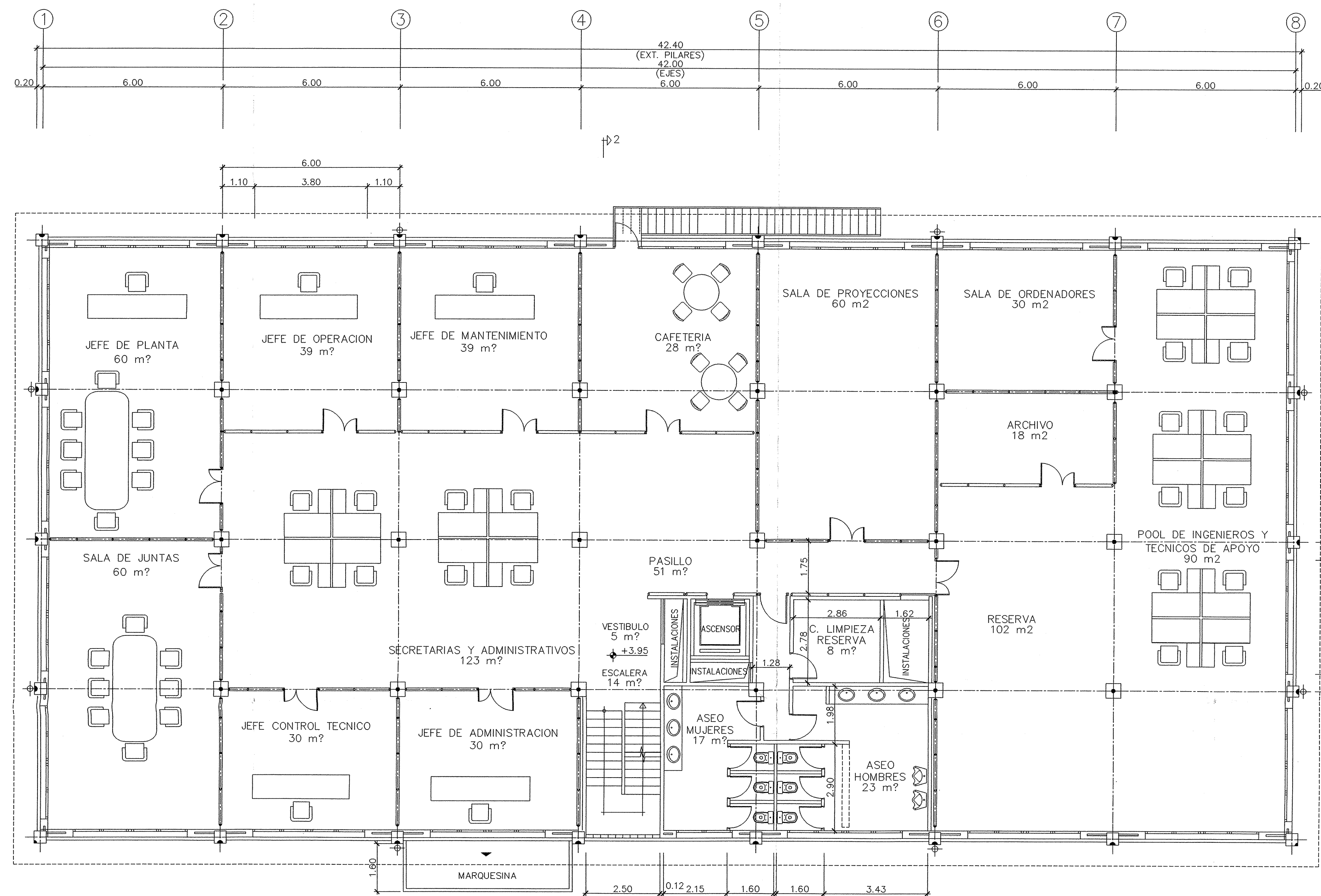
LEYENDA CLIMATIZACION	
	CONDUCTO DE IMPULSION/AIRE PRIMARIO
	CONDUCTO DE RETORNO
	CONDUCTO DE EXTRACCION DE ASEOS
	CONDUCTO FLEXIBLE ø 200 mm.
	DIFUSOR ROTACIONAL
	REJILLA DE RETORNO, DIMENSIONES EN PLANTA
	BOCA DE EXTRACCION DE ASEOS LVS 100
	COMPUERTA CORTAFUEGOS FXA-3/200. TAMAÑO EN PLANTA
	COMPUERTA DE REGULACION. TAMAÑO EN PLANTA
	DIFUSOR CIRCULAR

CICLOS COMBINADOS		
Centro de Gestión Documental C.G.D. INGSMA MADRID		
PLA 17929	FECHA 27/01/2004	REVISIÓN 3
VERSIÓN 3	PROYECTO 355-2/50	30-SA-PLN-UTS/7615

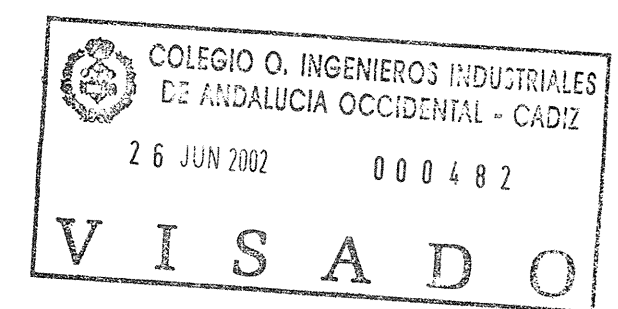
3	18-06-03	AS-BUILT				
2	28-11-02	HUECO DE ASCENSOR				
1	25-10-02	PILAR APOYO ESCALERA		R.R.L.		J.G.M.
0	14-10-02	PARA CONSTRUCCION		R.R.L.		J.G.M.
Edic.	Fecha	Descripción	Dibujado	Comprobado	G.C.	Dirección Proyecto

N. G. S.		NUEVA GENERADORA Del Sur, S.A.				
Proyecto:		C.T.C.C. CAMPO DE GIBRALTAR EDIFICIO OFICINAS Y CONTROL				
Titulo :		INSTALACION DE TUBERIAS CLIMATIZACION PLANTA ALTA				
Plano N°		GIB0SACMDTCYM006	Escala:		Edición	
			1/100		3	
UTE SAN ROQUE		INITEC		Proyecto N°		2014/10

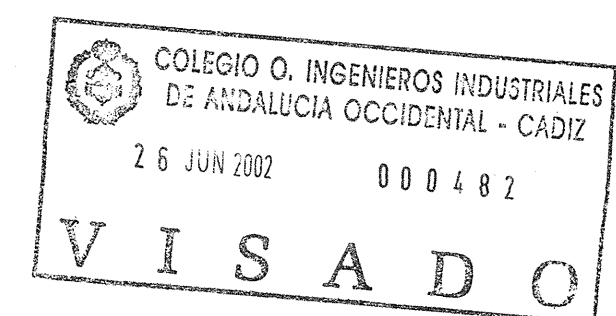
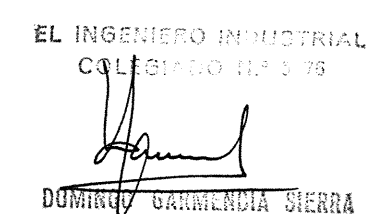




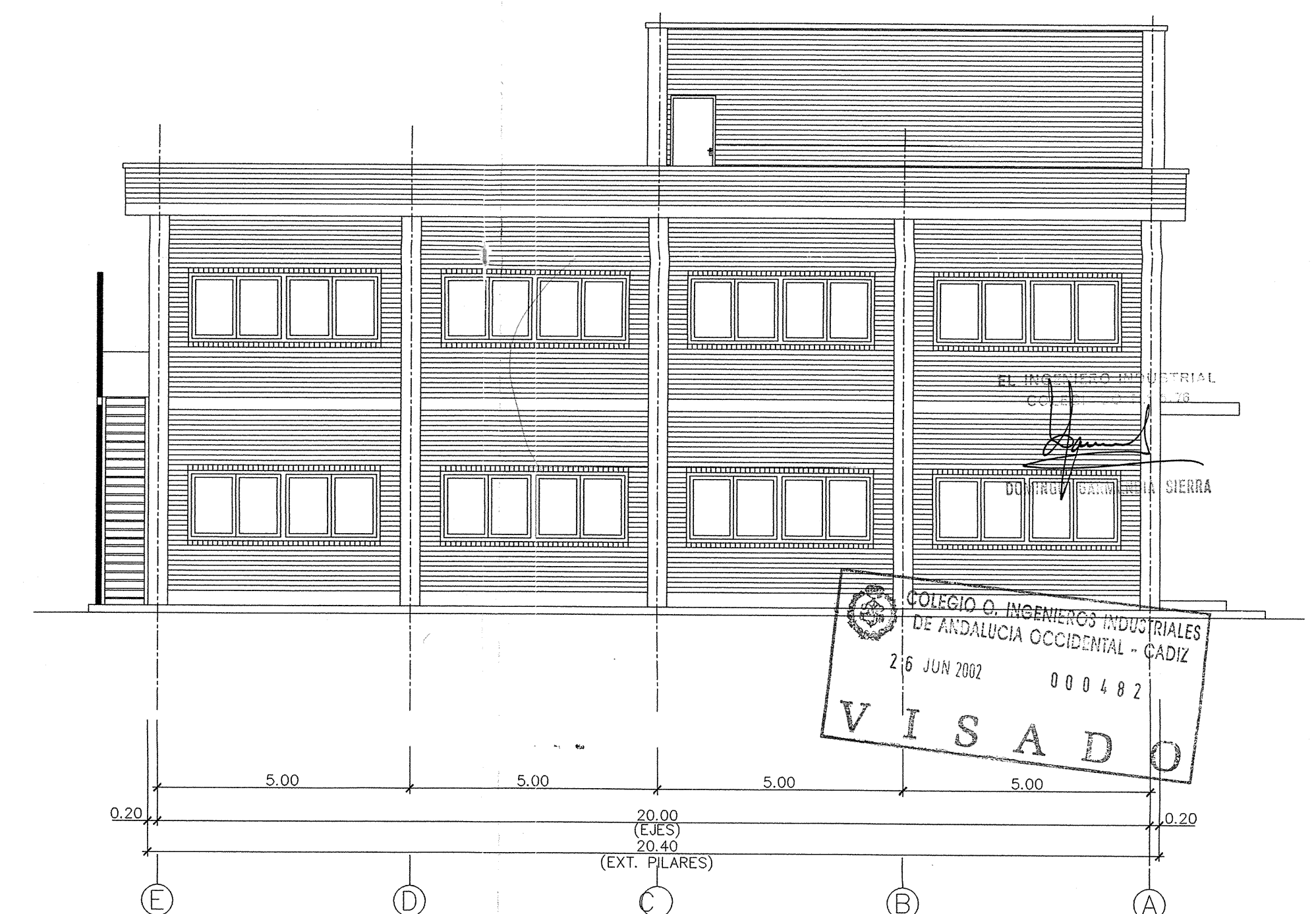
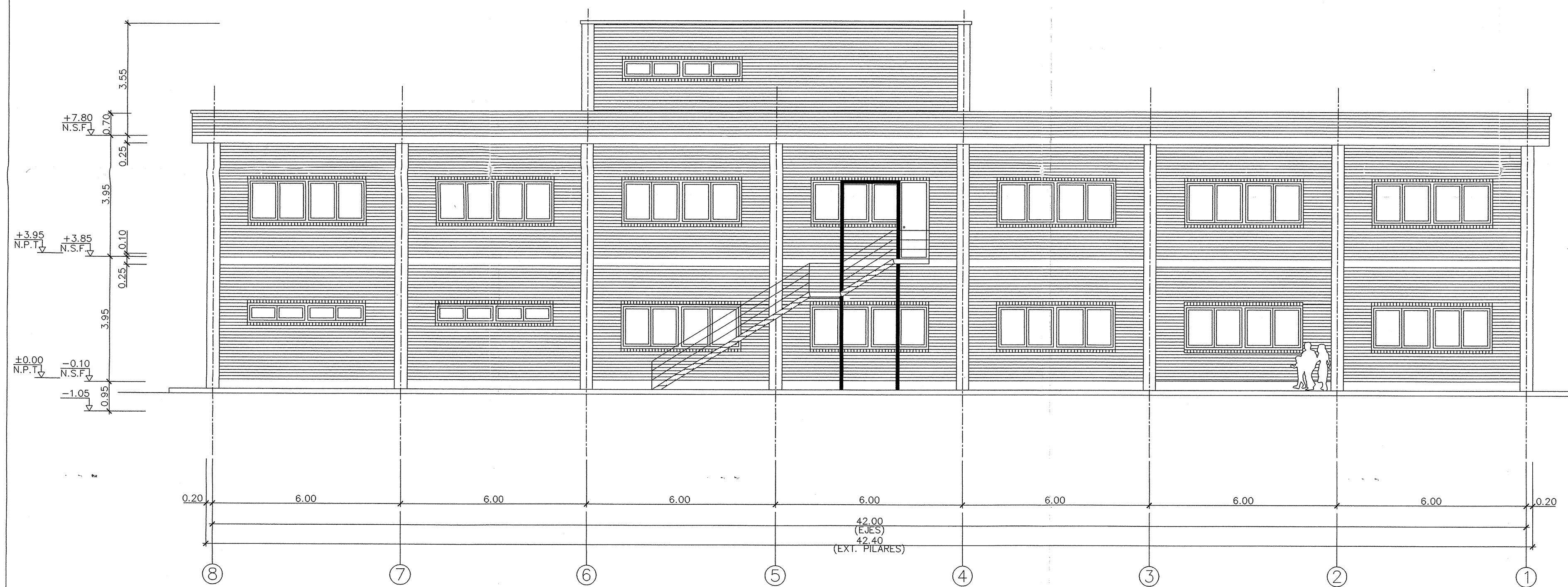
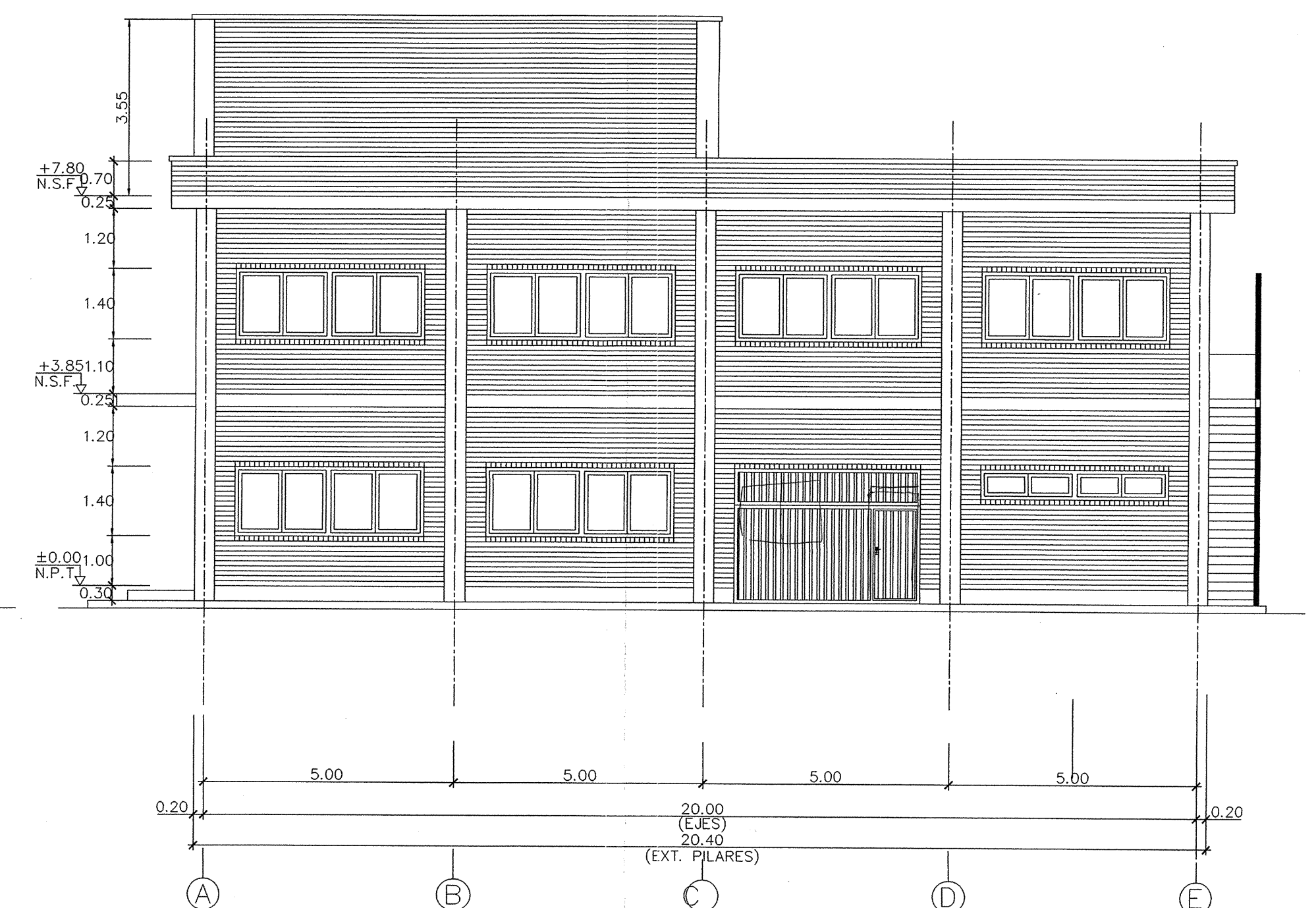
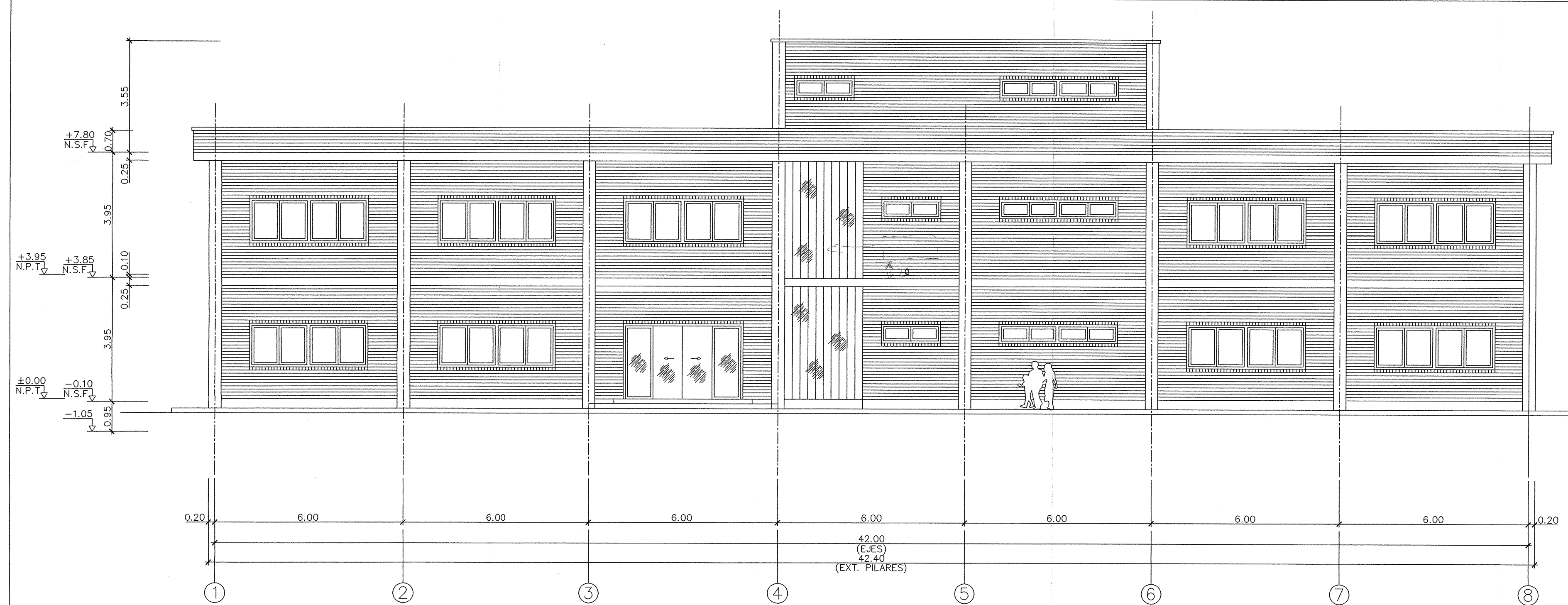
EL INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIO Nº 5078
[Signature]
DOMINGO BARRERA SIERRA



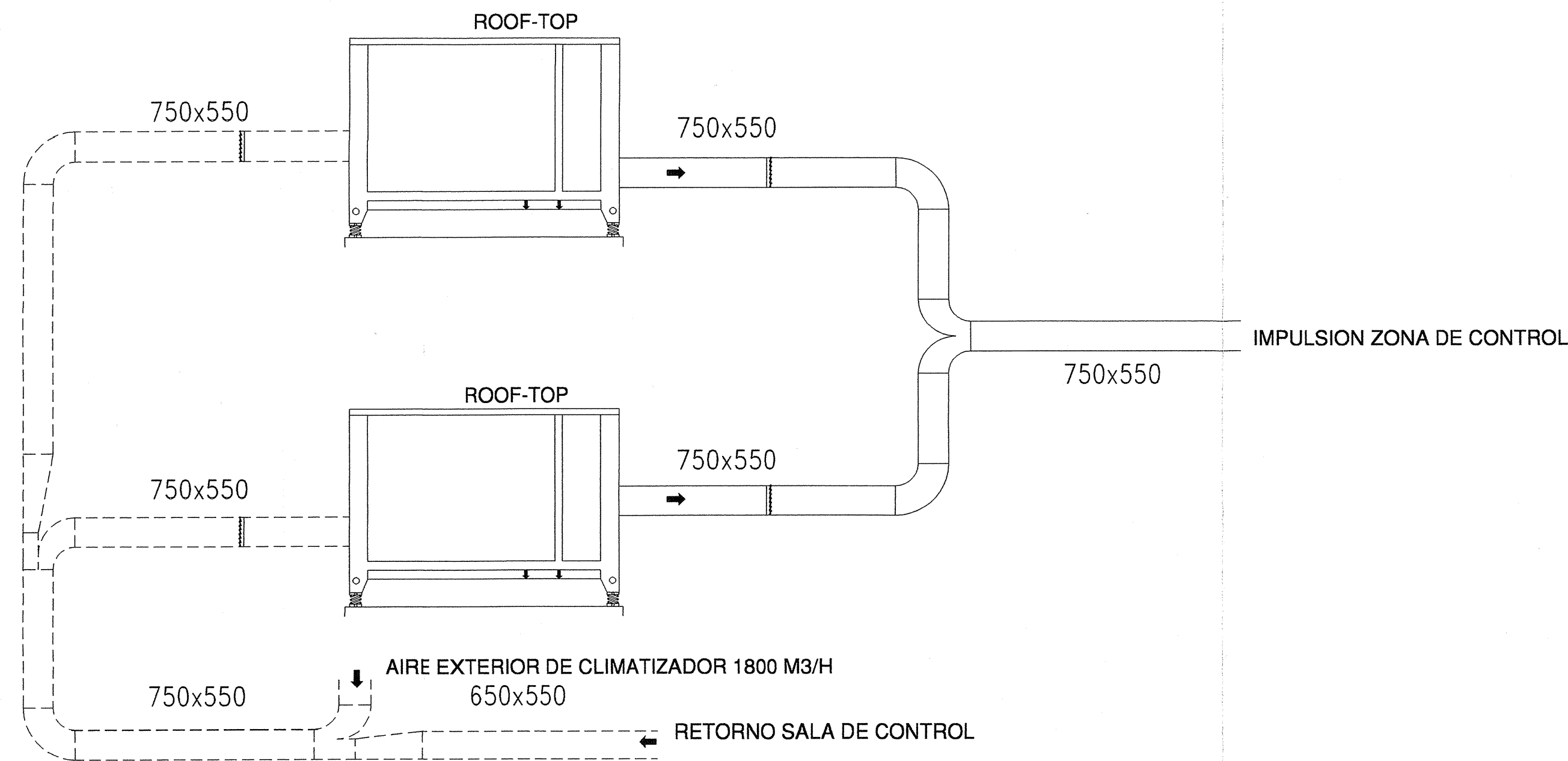
0	10/06/02	RL	DP	TP	JP	EDITADO PARA
N.G.S. NUEVA GENERADORA Del Sur, S.A.						
TITULO PROYECTO: CICLO COMBINADO CAMPO DE GIBALTAR						
TITULO PLANO: EDIFICIO OFICINAS. PLANTA ALTA- DISTRIBUCIÓN						ESCALA: 1:100
Plano: Documento soluziona ingeniería: PL2713M00308						HOJA SIGUE



0	0/06/02								
EDIC	FECHA	RL	DP	TP	JP	EDITADO PARA			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">N.G.S.</div> NUOVA GENERADORA Del Sur, S.A.									
TITULO PROYECTO: <div style="text-align: center;">CICLO COMBINADO CAMPO DE GIBALTAR</div>									
TITULO PLANO:								ESCALA:	
FICIO OFINAS. PLANTA CUBIERTA. ELEVACIÓN + 7.80 M								1:100	
						Plano:			
						Documento solución ingeniería: PL2713M00309			
						HOJA SIGUE			



0	0/06/02						
EDIC	FECHA	RL	DP	TP	JP	EDITADO PARA	
N.G.S. NUEVA GENERADORA Del Sur, S.A.							
TITULO PROYECTO:							
CICLO COMBINADO CAMPO DE GIBALTAR							
TITULO PLANO:							ESCALA: 1:100
EDIFICIO OFICINAS. ALZADOS							
					Plano: Documento soluziona ingeniería: PL2713MO0310 HOJA SIGUE		



LEYENDA

	TUBERIA DE IMPULSION		VARIADOR DE FRECUENCIA
	TUBERIA DE RETORNO		SONDA DE PRESION
	VALVULA DE MARIPOSA		TERMOSTATO
	VALV. DE BOLA		SONDA DE INMERSION
	VALV. DE RETENCION		PRESOSTATO
	VALV. TRES VIAS MOTORIZADA		MANOMETRO
	VALV. DOS VIAS MOTORIZADA		TERMOMETRO
	VALV. MICROMETRICA		BOMBA
	VALV. SEGURIDAD		VALVULA REDUCTORA DE PRESION
	MANGUITO ANTIMBRATORIO		FILTRO
	INTERRUPTOR DE FLUJO		CONTADOR DE AGUA

LEYENDA

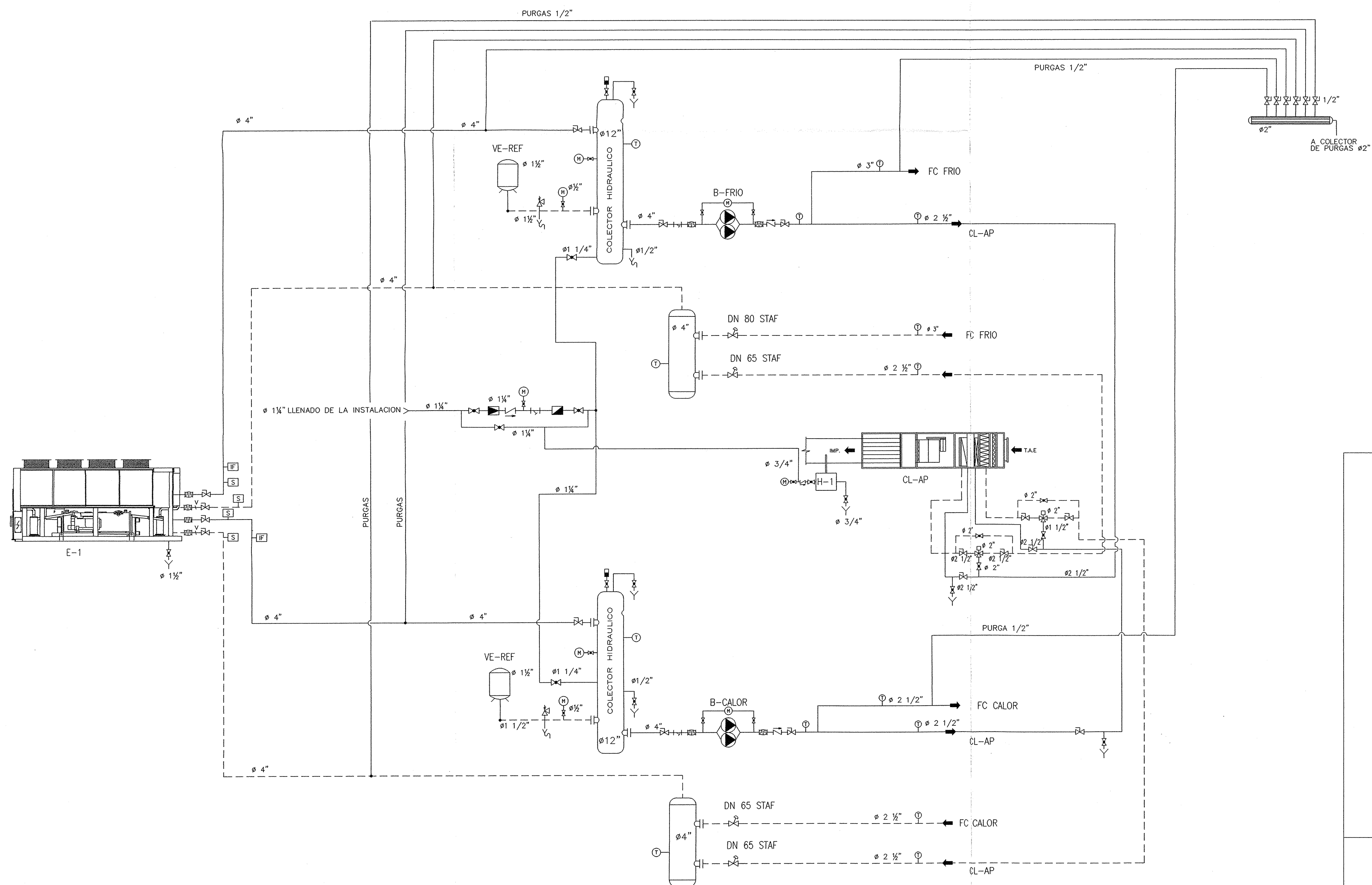
	TUBERÍA DE LIQUIDO
	TUBERÍA DE GAS
	CONDUCTO DE IMPULSIÓN
	CONDUCTO DE VENTILACIÓN Y RETORNO
	COMPUERTA SOBREPRESIÓN

DESCRIPCION DE EQUIPOS PRINCIPALES "CALOR"

B-FRIO	<p>BOMBA DOBLE CLIMATIZADORES.</p> <ul style="list-style-type: none"> Marca: WILD Modelo: DPL 80/115-2/2 Rodete: diam. 119 Conexión: DN 80 Longitud: 478 mm Peso: 76 kg. Potencia elct: 2,2 kW Caudal: 382 m3/h. Velocidad: 2.900 r.p.m. Presión: 11,5 m.c.a. Temperaturas de trabajo: -10°C a +120°C.
VE-C	<p>VASO DE EXPANSION CALOR. 1 Ud.</p> <ul style="list-style-type: none"> Marca: SEDICAL Modelo: REFLEX N-50/6

DESCRIPCION DE EQUIPOS PRINCIPALES "FRIO"

B-CALOR	<p>BOMBA DOBLE CLIMATIZADORES.</p> <ul style="list-style-type: none"> Marca: WILD Modelo: TDP-3D 65/13 Conexión: DN 65 Longitud: 331 mm Peso: 53 kg. Potencia elct: 1,44 kW Caudal: 25,9 m3/h. Velocidad: 2.800 r.p.m. Presión: 9,5 m.c.a. Temperaturas de trabajo: -10°C a +130°C.*
VE-REF	<p>VASO DE EXPANSION FRIO. 1 Ud.</p> <ul style="list-style-type: none"> Marca: SEDICAL Modelo: REFLEX N-50/6



ROOF-TOP

MARCA: CIATESA
 MODELO: IPC-255 Z
 POTENCIA FRIGORIFICA TOTAL : 78,8 kW
 POTENCIA FRIGORIFICA SENSIBLE: 59,08 kW
 POTENCIA CALORIFICA: 60,6 kW
 CAUDAL CIRCUITO INTERIOR: 12000 M3/H
 PRESION DISPONIBLE IMPULSION: 200 PA

 TEMPERATURA/HUMEDAD RETORNO: 24° C 50% HR
 TEMPERATURA/HUMEDAD EXTERIOR: 35,9° C 31%HR

 CIRCUITO FRIGORIFICO
 Número de compresores: 2
 Número de circuitos de refrigeración: 2
 Refrigerante: R407C

 DATOS ELECTRICOS
 Alimentación eléctrica principal: V/P
 Potencia máxima absorbida: 30 kW
 Intensidad máxima: 83,6 A

 DIMENSIONES
 Largo: 2600 mm
 Ancho: 2108 mm
 Alto: 1414 mm
 Peso en funcionamiento: 840 kg

DESCRIPCION DE CL-AP

CL-AP	<ul style="list-style-type: none"> Sección ventilador de impulsión: Caudal Nominal: 9.550 m3/h Presión está. disp.: 25 mm.c.a. Velocidad: 1.500 r.p.m. Motor: 5,5 kW Tensión: 3 x 380 x 50 Sección batería de calor: Batería: Cu/Al 13T 3F10 AC Caudal Nominal aire: 9.550 m3/h Potencia calorífica: 66,50 kW Temperatura de entrada: 16 °C Temperatura de salida: 22 °C Agua: 45/40°C Sección batería de frío: Batería: Cu/Al 13T 6F13 AF+SG Caudal Nominal aire: 9.550 m3/h Potencia frigorífica: 52,30 kW Temperatura de entrada: 35,9 °C Humedad relativa: 31,4% Hc Temperatura de salida: 23,8 °C Agua: 7/12°C Sección de filtración: Prefiltro Eficiencia: G-4 Filtros de bolsas Eficiencia: F-7 Sección de entrada de aire con compuerta de regulación. Dimensiones y Peso: Largo: 2.428 mm Ancho: 1.550 mm Alto: 1.030 mm Peso: 674 Kg Amortiguadores exteriores e iluminación interior.
H-1	<ul style="list-style-type: none"> Marca: TENISECO HYDROMATIK Modelo: C 58 EMP Producción de vapor: 58 kg/h Potencia máxima absorbida: 43,5 kW Tensión de calentamiento: 400V/3~/50Hz Tensión de control: 230V/1~/50Hz Regulación: proporcional Nº de lanzas: 2 Dimensiones (An/Al/Prof)x 384/771/570 mm

ENFRIADORA CON RECUPERACION DE CFALOR
 *Marca: RHSS
 *Modelo: TCAE 4140
 *Refrigerante: R407

 *Potencia Frigorifica (ciclo de frio): 149,8 kW (7°C/12°C)
 *Potencia absorbida (ciclo de frio): 50,9 kW

 *Potencia calorifica (ciclo de frio con recuperación) : 179,7 kW (45°C/40°C)
 *Potencia absorbida (ciclo de frio con recuperación) : 64,4 kW

 *Potencia sonora: 63 dBA

 *Dimensiones: 3530x3530x2250 (LARGOXANCHOXALTO)
 *Peso: 2000 KG

E-1

NOTA: LA COTA ±0,00 DE PROYECTO SE SITUARA A 0.93 m POR ENCIMA DEL NIVEL BMVE

NOTA: PARA SECCIONES VER PLANO GIB-0-UBA-CDA-INM-003

Edic.	Fecha	Descripción	Dibujada	Comprobada	G.C.	Coord. Proyecto
3	18-06-03	AS-BUILT				
2	23-09-02	SE INCORPORAN COMENTARIOS DE SOLUCIONA				
1	09-09-02	ACTUALIZACION POR I.G.	C.M.D.	F.P.L.		J.G.M.
0	31-07-02	PARA CONSTRUCCION	C.M.D.	F.P.L.		J.G.M.

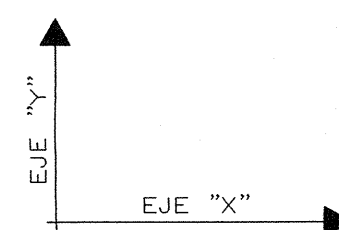
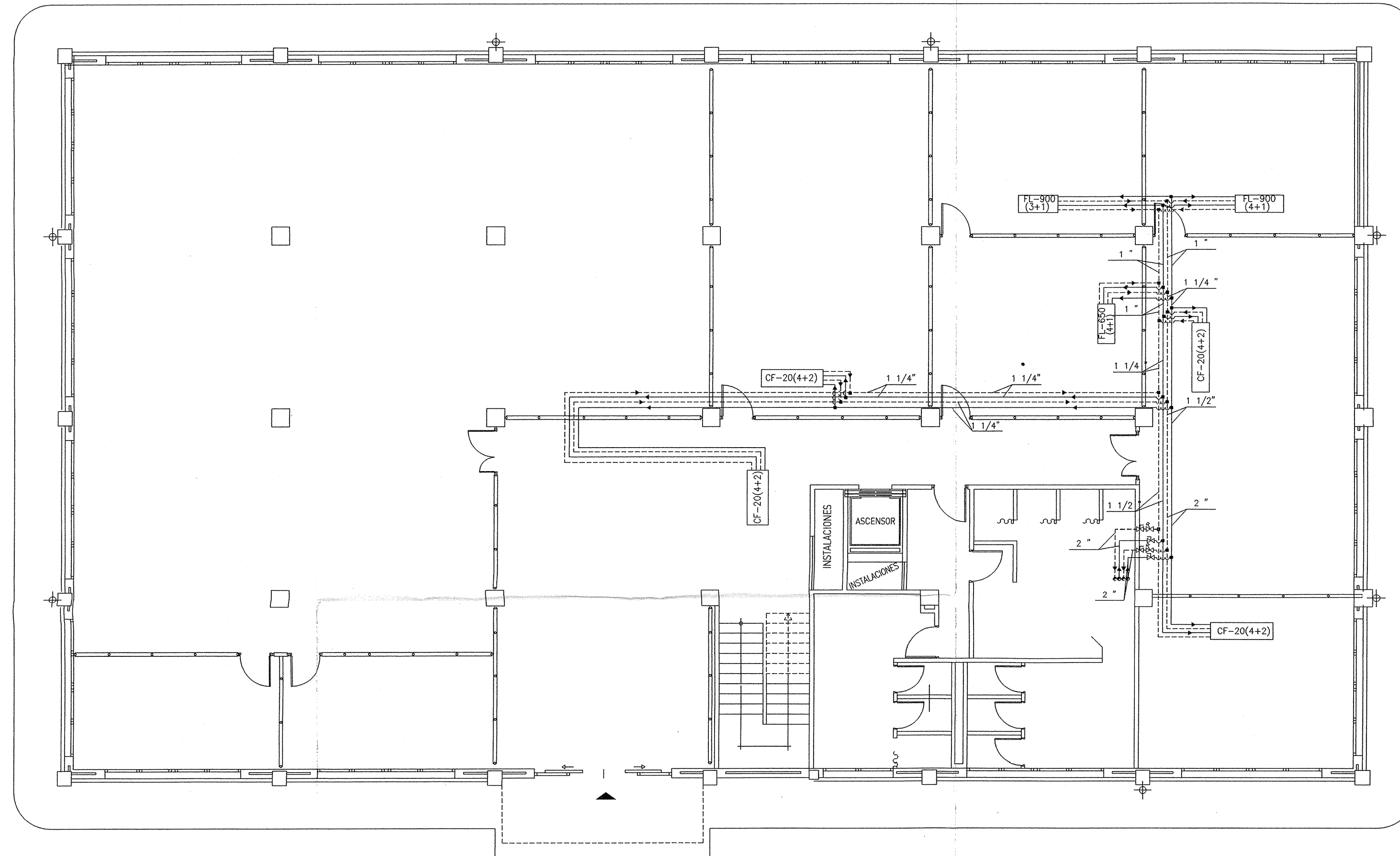
N. G. S. NUEVA GENERADORA Del Sur, S.A.

Proyecto: C.T.C.C. CAMPO DE GIBALTAR
 EDIFICIO DE OFICINAS Y CONTROL

Título : INSTALACION CLIMATIZACION ESQUEMA DE PRINCIPIO

Plano N°	Escala:	Edición
GIB0SACMDDCYM001	1/50	3

UTE SAN ROQUE INITEC Proyecto N° 2014/10



PLANTA BAJA
ESCALA 1/100

LEYENDA CLIMATIZACION	
	CONDUCTO DE IMPULSION/AIRE PRIMARIO
	CONDUCTO DE RETORNO
	CONDUCTO DE EXTRACCION DE ASEOS
	CONDUCTO FLEXIBLE Ø 200 mm.
	DIFUSOR ROTACIONAL
	REJILLA DE RETORNO. DIMENSIONES EN PLANTA
	BOCA DE EXTRACCION DE ASEOS LVS 100
	COMPUERTA CORTAFUEGOS FKA-3/200. TAMAÑO EN PLANTA
	COMPUERTA DE REGULACION. TAMAÑO EN PLANTA
	DIFUSOR CIRCULAR

CICLOS COMBINADOS	
Centro de Gestión Documental C.G. INGENIERIA	
17931	27/01/2004
4	30-SA-PLN-UTS/7617

4	18-06-03	AS-BUILT				
3	21-01-03	REVISION GENERAL				
2	28-11-02	SE ACTUALIZA DISTRIBUCION	.	R.R.L.	.	J.G.M.
1	25-10-02	PILAR APOYO ESCALERA	.	R.R.L.	.	J.G.M.
0	14-10-02	PARA CONSTRUCCION	.	R.R.L.	.	J.G.M.
Edic.	Fecha	Descripción	Dibujado	Comprobado	G.C.	Dirección Proyecto

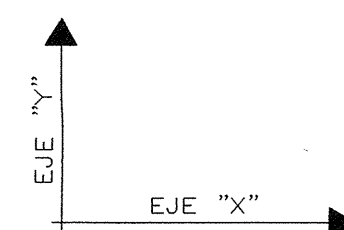
N. G. S. NUEVA GENERADORA Del Sur, S.A.

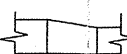
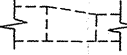


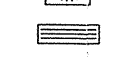

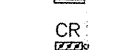



Proyecto: C.T.C.C. CAMPO DE GIBRALTAR
EDIFICIO OFICINAS Y CONTROL

Título : INSTALACION DE TUBERIAS DE CLIMATIZACION
PLANTA BAJA

Plano N°	Escala:	Edición
GIB0SACMDT CYM002	1/100	4

UTE SAN ROQUE Proyecto N° 2014/10



LEYENDA CLIMATIZACION	
	CONDUCTO DE IMPULSION/AIRE PRIMARIO
	CONDUCTO DE RETORNO
	CONDUCTO DE EXTRACCION DE ASEOS
	CONDUCTO FLEXIBLE Ø 200 mm.
	DIFFUSOR ROTACIONAL
	REJILLA DE RETORNO, DIMENSIONES EN PLANTA
	BOCA DE EXTRACCION DE ASEOS LVS 100
	COMPUERTA CORTAFUEGOS FXA-3/200. TAMAÑO EN PLANTA
	COMPUERTA CORTAFUEGOS TAMAÑO EN PLANTA
	DIFFUSOR CIRCULAR

<div> <div>N. G. S.</div> <div>NUEVA GENERADORA Del Sur, S.A.</div> </div>									
<div> <div>Proyecto:</div> <div>C.T.C.C. CAMPO DE GIBRALTAR EDIFICIO OFICINAS Y CONTROL</div> </div>									
<div> <div>Título :</div> <div>INSTALACION CONDUCTOS CLIMATIZACION PLANTA BAJA</div> </div>									
<div> <div>Plano N°</div> <div> <div>GI</div> <div>BO</div> <div>SAC</div> <div>-</div> <div>MR</div> <div>CYM</div> <div>003</div> </div> </div>							<div> <div>Escala:</div> <div>1/100</div> </div>		<div> <div>Edición</div> <div>4</div> </div>
<div> <div>'UTE SAN ROQUE</div> <div>  <div>INITEC</div> </div> </div>				<div> <div>Proyecto N°</div> <div>2014/10</div> </div>					

